



Vinci Immobilier Rhône Alpes Auvergne

Site Professeur Roux

à Vénissieux (69)

Mission A330 : Plan de Gestion des pollutions

Codification norme NFX31-620-2 (Décembre 2018) :
Codes prestations DOMAINE A intégrant les prestations
A330 : Plan de Gestion

Adresse du site d'étude :

44 - 48, rue du Professeur Roux à Vénissieux (69)

Référence GE : 22024 - Version n° 5

Date : 27/09/2022

Plan de gestion – A330

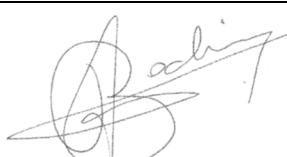
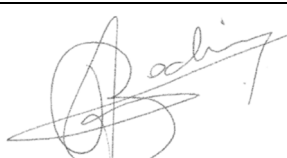
Environnement – Sites & Sols Pollués

Note technique 2

Plan global de Gestion

Rue du Professeur Roux – Vénissieux (69)

N° de mission : 22024-3

Version	Date	Ingénieur d'étude	Superviseur	Nombre de pages / Annexes
		Alexandre MICHON	Fabrice BEDIN	
V1	08/07/2022			Pages : 38
V2	11/07/2022			Pages : 39
V3	05/09/2022			Pages : 39
V4	13/09/2022			Pages : 39
V5	27/09/2022			Pages : 39

SOMMAIRE

1. Contexte de l'étude	4
1.1. Contexte et objectifs de l'étude	4
1.2. Localisation du site et périmètre d'étude	10
2. Détermination des filières et des volumes en gestion	13
2.1. Synthèse des investigations réalisées	13
2.2. Valeurs de gestion du site d'étude	14
2.3. Synthèse des volumes et des filières déterminées	15
2.4. Détermination des scénarios de réhabilitation	18
2.4.1. Scénario 1 : Prise en charge de l'ensemble des impacts et déblais non inertes (selon projet) pour envoi en filière hors site avec pré-traitement par tri granulométrique	21
2.4.2. Scénario 2 : Réutilisation sur site en confinement des matériaux acceptables en cimenterie (577 m ³) avec remblaiement contre-voile	22
2.4.3. Scénario 3 : Réalisation d'une zone d'emprunt	25
3. Montants des différents scénarios	32
4. Bilan coûts / avantages	34
5. Conclusion	36

Liste des figures

Figure 1 : Plan de masse du projet d'aménagement (Source : VINCI IMMOBILIER – Présentation opération)	4
Figure 2 : Projet de l'exploitation maraîchère & plan masse du projet d'aménagement (source : Viraa – Octobre 2021)	5
Figure 3 : Synthèse des impacts identifiés lors des 2 phases de diagnostic en métaux lourds sur Eluât (Source : Gone Env – Phase de Diagnostic)	8
Figure 4 : Synthèse des impacts identifiés lors des phases de diagnostic de Carbone organique total COT (Source : Gone Env – Phase de Diagnostic)	8
Figure 5 : Synthèse des impacts en métaux lourds sur brut (Source : Gone Env – Phase de Diagnostic)	9
Figure 6 : Localisation du site d'étude (Source Google Maps)	10
Figure 7 : Emprise cadastrale du site d'étude (Source : cadastre.gouv)	11
Figure 8 : Localisation des points de sondages réalisés par Gone Environnement en Avril 2022 et par Burgéap en Janvier 2022	12
Figure 9 : Cartographie des filières de gestion – Horizon a	17
Figure 10 : Cartographie des filières de gestion – Horizon b	17
Figure 11 : Répartition des volumes en fonction du projet d'aménagement de VIRAA et du projet d'exploitation maraîchère partagé	19
Figure 12 : Tableau comparatif des techniques sur site / hors site pour les Métaux/métalloïdes (Source : Selecdepol)	19
Figure 13 : Schéma de principe de l'encapsulation (Source : Selecdepol)	20
Figure 14 : Schéma de principe de l'excavation (Source : Selecdepol)	21
Figure 15 : Schéma de principe du tri granulométrique (Source : Selecdepol)	21
Figure 16 : Emprise du sous-sol et du remblaiement contre-voile	23
Figure 17 : Emplacement de la zone de confinement au niveau de la zone non exploitée	24
Figure 18 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (1/7)	25
Figure 19 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (2/7)	26
Figure 20 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (3/7)	26
Figure 21 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (4/7)	27
Figure 22 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (5/7)	27
Figure 23 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (6/7)	28
Figure 24 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (7/7)	28
Figure 25 : Remblaiement en contre-voile des matériaux inertes en excès	29
Figure 26 : Coupe transversale de la zone d'emprunt (1/2)	30
Figure 27 : Coupe transversale de la zone d'emprunt (2/2)	31

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des volumes impactés par les métaux sur brut au droit de la future zone maraîchère	15
Tableau 2 : Synthèse des volumes impactés par les métaux sur brut au droit de la future zone aménagée par Vinci	16
Tableau 3 : Filière d'acceptation des matériaux par maille	16
Tableau 4 : Volumes des terres impactées en fonction du projet d'aménagement et d'exploitation maraîchère partagée ..	18
Tableau 5 : Volumes sortants des matériaux impactés	22
Tableau 6 : Volume des matériaux impactés à remblayer en contre-voile	23
Tableau 7 : Volume des matériaux à évacuer en valorisation des matériaux	23
Tableau 8 : Coût du scénario 1	32
Tableau 9 : Coût du scénario 2	32
Tableau 10 : Coût du scénario 3	33
Tableau 11 : Critères retenus pour l'étude des options de gestion du BCA	34
Tableau 12 : Bilan Coûts / Avantages	35
Tableau 13 : Répartition des montants par projet et Quotas CO2 par scénario	38

1. Contexte de l'étude

1.1. Contexte et objectifs de l'étude

Dans le cadre du projet de construction de bâtiments et d'aménagements extérieurs au 44 - 48 rue du Professeur Roux à Vénissieux (69), VIRAA est propriétaire du terrain et dans le cadre de son projet d'aménagement prévoit une rétrocession d'une partie du terrain pour une exploitation de cultures maraîchères partagées et la construction de deux bâtiments de R+3 & attique avec un niveau de sous-sol commun et des espaces verts extérieurs.

Le projet d'aménagement avec l'emplacement du niveau de sous-sol et du potager est présenté dans les figures ci-dessous :

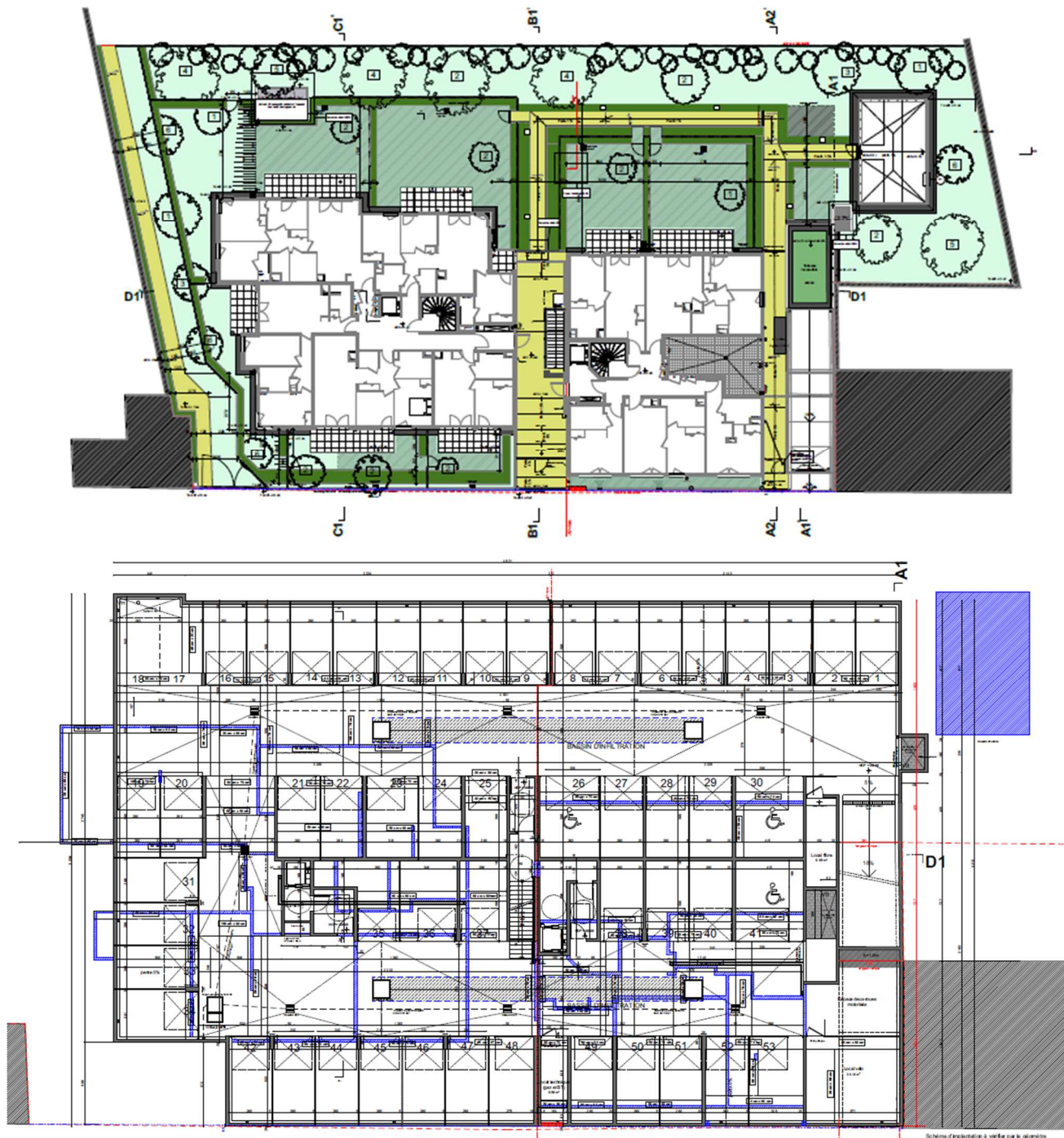


Figure 1 : Plan de masse du projet d'aménagement (Source : VINCI IMMOBILIER – Présentation opération)

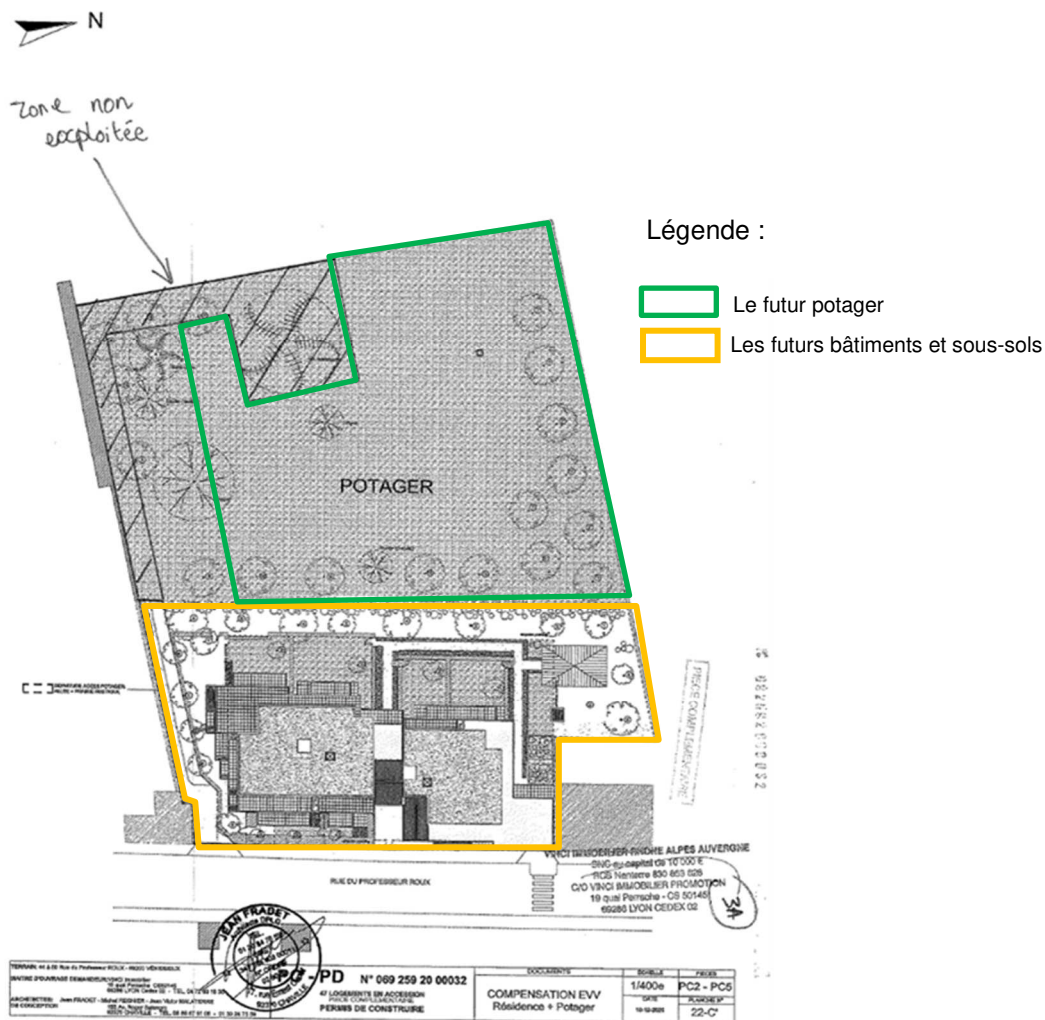


Figure 2 : Projet de l'exploitation maraichère & plan masse du projet d'aménagement (source : Viraa – Octobre 2021)

Un rapport d'étude de Biomède, référencé Rapport de diagnostic – Ville de Vénissieux (69) du 15/10/2021, a été réalisé. Ce dernier conclue à une pollution des sols en métaux lourds.

Une phase de diagnostic de pollution des terrains concernés par le projet maraicher pour appréhender les potentiels problèmes à la gestion de sols pollués comprenant une mission globale Diag (A200 & A270) au titre de la norme NFX 31-620 de Décembre 2018, a été réalisée par la ville de Vénissieux qui a retenu Burgéap dans le rapport référencé RSSPCE13111-01 de Janvier 2022.

Ce dernier donne les éléments de synthèse suivants :

- 1- La lithologie est la suivante : TV sur 0,10 m / TN puis des remblais --> fond de sondage = 0,5 m / TN avec la réalisation de 4 sondages avec analyses (8 analyses) sols et végétaux en place (2 unités),
- 2- Les analyses réalisées sont les suivantes : Métaux lourds de l'Arrêté du 12/12/2014 sur brut.

Impacts en métaux sur brut :

- En Pb :
 - o Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 486, 474, 483 et 498 mg/kg ;
 - o Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 571, 475, 509 et 562 mg/kg.
- En As :
 - o Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 73 ; 71,3 ; 68,2 et 71,1 mg/kg ;
 - o Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 157 ; 97,5 ; 87,3 et 90,5 mg/kg.

- En Cu :
 - o Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 234 ; 264 ; 276 et 257 mg/kg ;
 - o Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 297 ; 264 ; 286 et 347 mg/kg.
- En Hg :
 - o Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 2,89 ; 3,46 ; 3,59 et 4,24 mg/kg ;
 - o Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 3,94 ; 3,92 ; 6,23 et 6,6 mg/kg.
- En Zn :
 - o Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 410 ; 411 ; 485 et 435 mg/kg ;
 - o Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 476 ; 406 ; 361 et 397 mg/kg.

3- Compatibilité avec le projet envisagé : réalisation d'un maraichage urbain sous conditions :

- a. Recouvrement ou substitution pérenne des terres en place sur l'ensemble du site par une couche de matériaux sains d'a minima 1 m d'épaisseur après tassement au droit des futurs potagers afin d'éviter tout contact direct avec les futurs usagers et tout risque de bioaccumulation dans les végétaux. La terre saine apportée pour les futurs espaces verts devra :
 - Être séparée du terrain naturel par la pose d'un grillage avertisseur d'une couleur différente de celles habituellement utilisées pour les réseaux ou d'un géotextile ;
 - Présenter des teneurs en métaux inférieures aux valeurs mises en évidence dans les sols naturels ordinaires (sans anomalie géochimique) dans le cadre du programme INRA-ASPITET et être exempte de polluants organiques (hydrocarbures C10-C40, BTEX, COHV et PCB). Des analyses de contrôle devront être réalisées afin de confirmer le caractère sain de ces terres d'apport avant leur mise en place sur le site.
- b. Ou mise en place d'une pratique de culture hors-sol.

Le projet d'aménagement prévoit la construction de deux bâtiments de R+3 & attique avec un niveau de sous-sol commun et des espaces verts extérieurs tels que présentés dans les figures 1 et 2, en sus du projet d'exploitation maraichère partagée.

La mairie de Vénissieux & Vinci Immobilier, aux vues des différents résultats ont demandé à Gone Env't de vérifier la compatibilité de la découverte de ces concentrations en métaux lourds sur le projet d'aménagement. C'est dans ce contexte que Gone Environnement a réalisé une phase de diagnostic en Avril 2022 dont le rapport est référencé GE : 22024 – Version n°1 Missions Diag/AMO daté du 01/07/2022.

Ce rapport fournit les éléments de synthèse suivant :

- 1- La lithologie est la suivante :
 - Horizon a : Terre végétale de 0-0,3 m à 0-1 m en fonction du sondage ;
 - Horizon b : Remblais sablo-limoneux rouge entre 0,8 à 1,3 m en fonction du sondage ;
 - Horizon c : Terre naturelle, sables brun-blanc avec graviers et galets.
- 2- En synthèse, l'horizon terre végétale est identifié comme polluée sur toute la parcelle aux Hg sur brut, en Plomb et en Cuivre avec des anomalies en Arsenic avec des extensions verticales par endroit sur l'horizon sous-jacent et en particulier sur Z1 (b) / Z3 (b) & Z7 (b) portant les profondeurs d'atteintes de 0.7 à 1.2 m / TN. On retrouve quelques anomalies qui déclassent les matériaux sur le futur projet d'aménagement au droit de l'horizon terre végétale et sur GO7-b (1-1,3 m). Une attention particulière sera à apporter sur la gestion de ces matériaux en phase de terrassement.

Pour les sols :**Impact selon l'Arrêté du 12/12/2014 :**

- Une concentration anormale en COT sur brut au droit de GO3-a qui se situe entre 0 et 0.5m de profondeur et correspond à la terre végétale. Cependant, cette teneur en COT ne surclasse pas ce matériau puisqu'aucun dépassement de seuil n'est observé sur éluât. Les matériaux correspondants peuvent être considérés comme des déchets ISDI.
- En Arsenic (As) sur éluât :
 - o Au droit de Z2-cemp entre 1.2 -3.4m de profondeur sur l'horizon c de la terre naturelle (TN) à une concentration de 0.52 mg/kg en MS ;
 - o Au droit de GO7-b entre 1 et 1.7 m de profondeur sur l'horizon b du sable limoneux à une concentration de 0.54 mg/kg en MS.
- En Antimoine (Sb) sur éluât :
 - o Au droit de GO7-b entre 1 et 1.7 m de profondeur sur l'horizon b du sable limoneux à une concentration de 0.07 mg/kg en MS.

Impact en métaux sur Brut :

- En Cu :
 - o Au droit de Z2, Z3 et Z7 entre 0 et 0.7 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 410,160 et 170 mg/kg en MS ;
 - o Au droit de Z7 entre 0,7 et 1,1 m de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à une concentration de 390 mg/kg en MS.
- En Hg :
 - o Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7 et GO3-a entre 0 et 0.9 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 1,9 ; 1,9 ; 4 ; 2,6 ; 3,9 ;1,7 ; 4,2 et 1,6 mg/kg en MS ;
 - o Au droit de Z1, Z3 et Z7 entre 0.7 et 1.1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à des concentrations respectives de 1,6 ;1,8 et 12 mg/kg ;
- En Pb :
 - o Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7 et GO3-a entre 0 et 0,9 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 290 ; 2600 ; 370 ; 340 ; 390 ; 240 ; 500 et 210 mg/kg en MS ;
 - o Au droit de Z1, Z3, et Z7 entre 0,7 et 1,1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à des concentrations respectives de 180 ; 210 ; 390 mg/kg en MS.
- En As :
 - o Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, et Z7 entre 0 et 0.9 m de profondeur, au niveau de l'horizon (a) à des concentrations respectives de 64 ;55 ;57 ; 52 ;57 ;48 ;55 et 46 mg/kg en MS ;
 - o Au droit de Z1, Z3, et Z7 entre 0.7 et 1.1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux- graveleux à des concentrations respectives de 46 ; 47 et 51 mg/kg en MS.
- En Zn :
 - o Au droit de Z7 entre 0 et 0,7 m de profondeur au niveau de l'horizon (a) à une concentration de 320 mg/kg en MS

L'ensemble des impacts est présenté sur les figures suivantes :

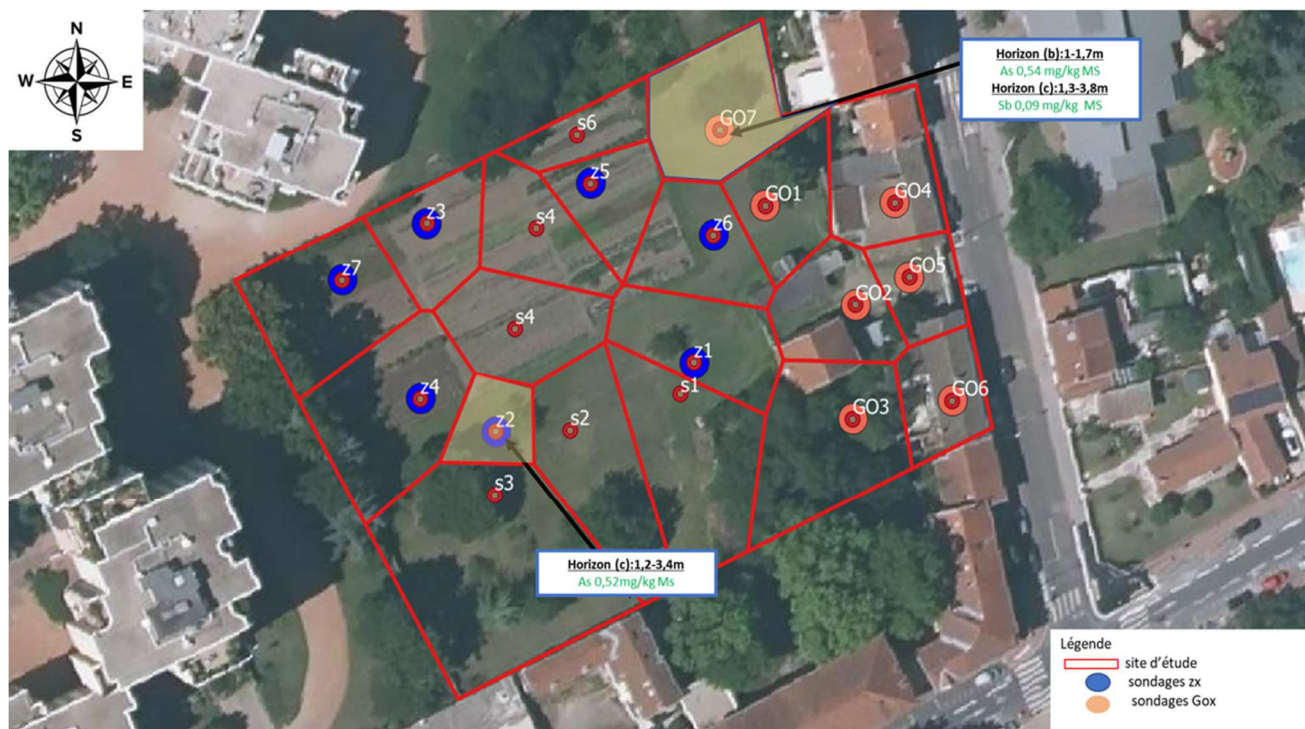


Figure 3 : Synthèse des impacts identifiés lors des 2 phases de diagnostic en métaux lourds sur Eluât (Source : Gone Env't – Phase de Diagnostic)

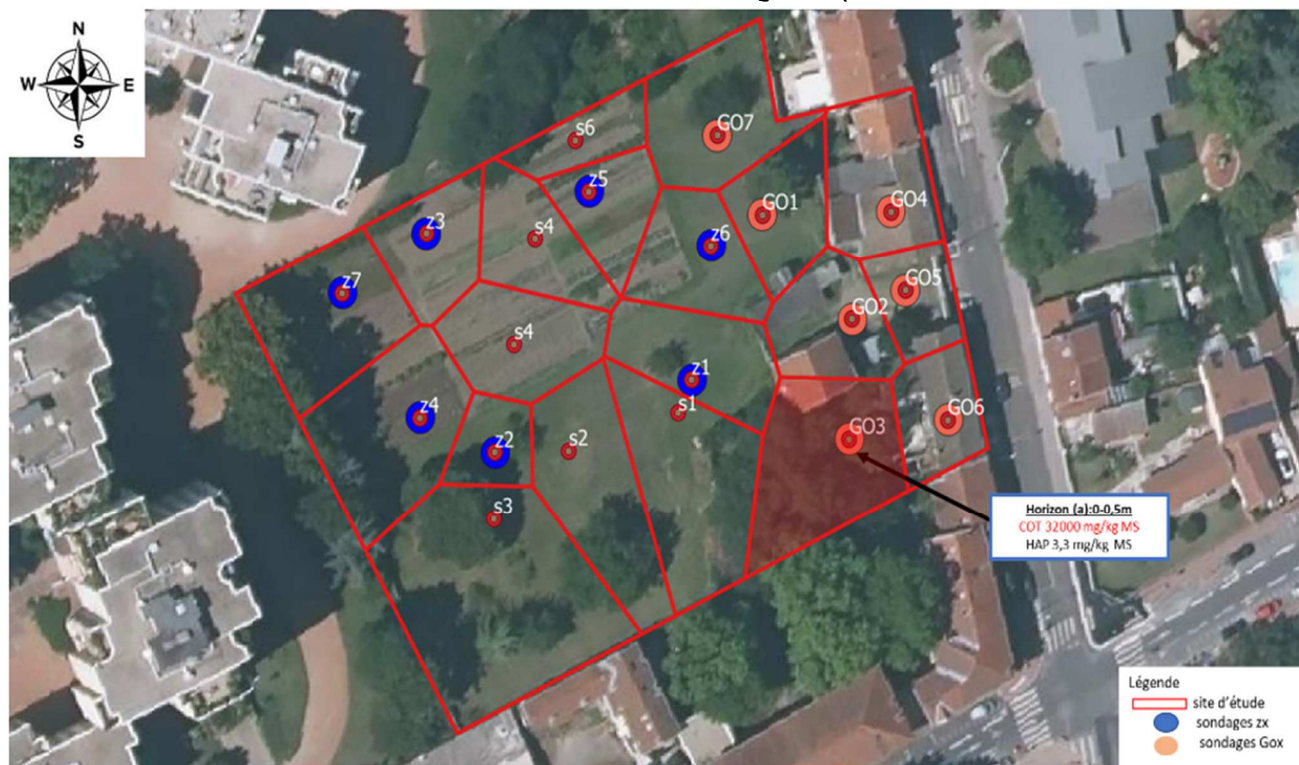


Figure 4 : Synthèse des impacts identifiés lors des phases de diagnostic de Carbone organique total COT (Source : Gone Env't – Phase de Diagnostic)

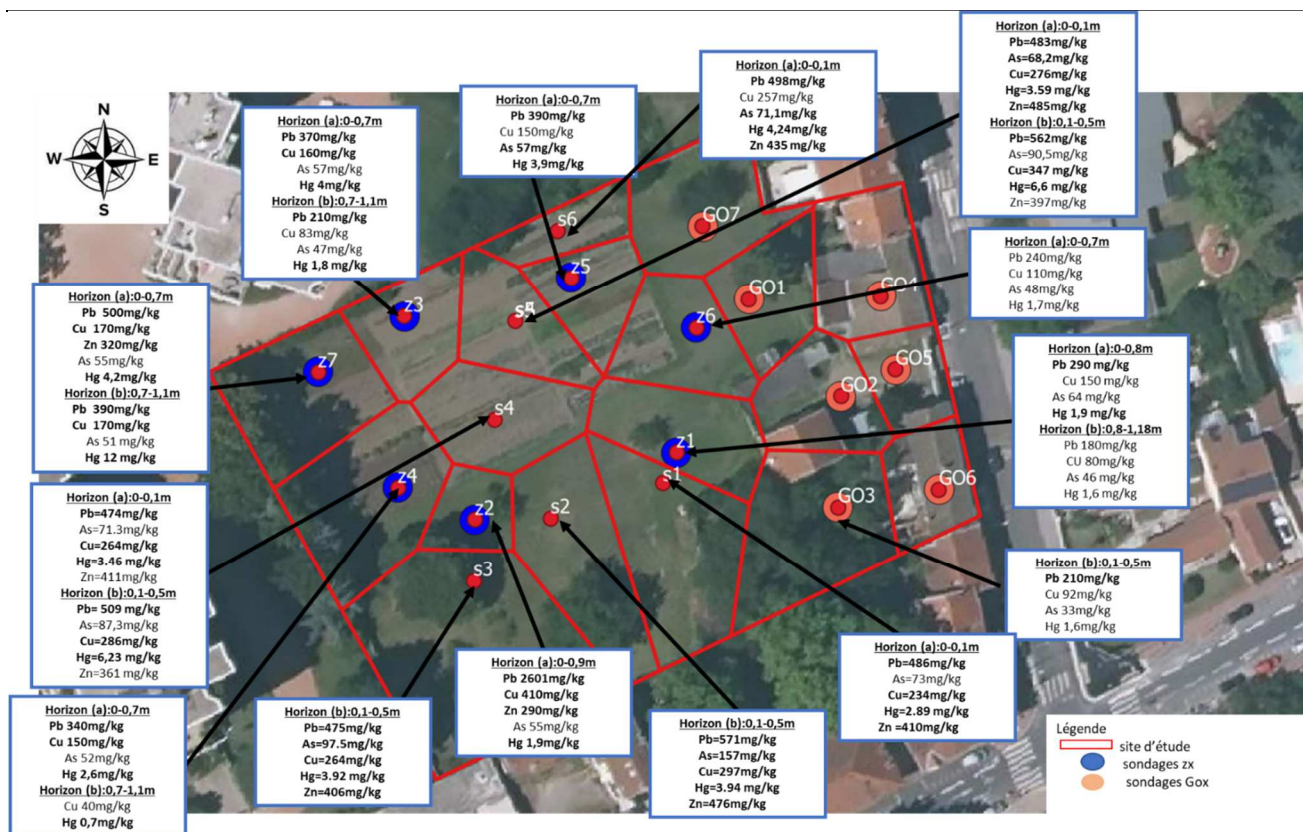


Figure 5 : Synthèse des impacts en métaux lourds sur brut (Source : Gone Env't – Phase de Diagnostic)

C'est dans ce contexte que VIRAA demande à Gone Environnement, la réalisation d'une mission A330.

1.2. Localisation du site et périmètre d'étude

Le site d'étude est implanté au 44 - 48 Rue du Professeur Roux à Vénissieux (69).

Désignation	Site Professeur Roux
Adresse/lieu-dit	44-48, Rue Professeur Roux
Commune	Vénissieux
Département	Rhône (69)
Surface globale en m²	Environ 6 185 m²
Parcelle cadastrale	Parcelles n°141 - 243 - 244 - 245 - 246 - 247 de la section AA
Coordonnées Lambert 93	X : 844 469
	Y : 6 515 804
	Z : 171 m NGF environ

La localisation du site d'étude est reprise dans la figure suivante.



Figure 6 : Localisation du site d'étude (Source Google Maps)

L'emprise cadastrale du site d'étude est présentée ci -dessous.

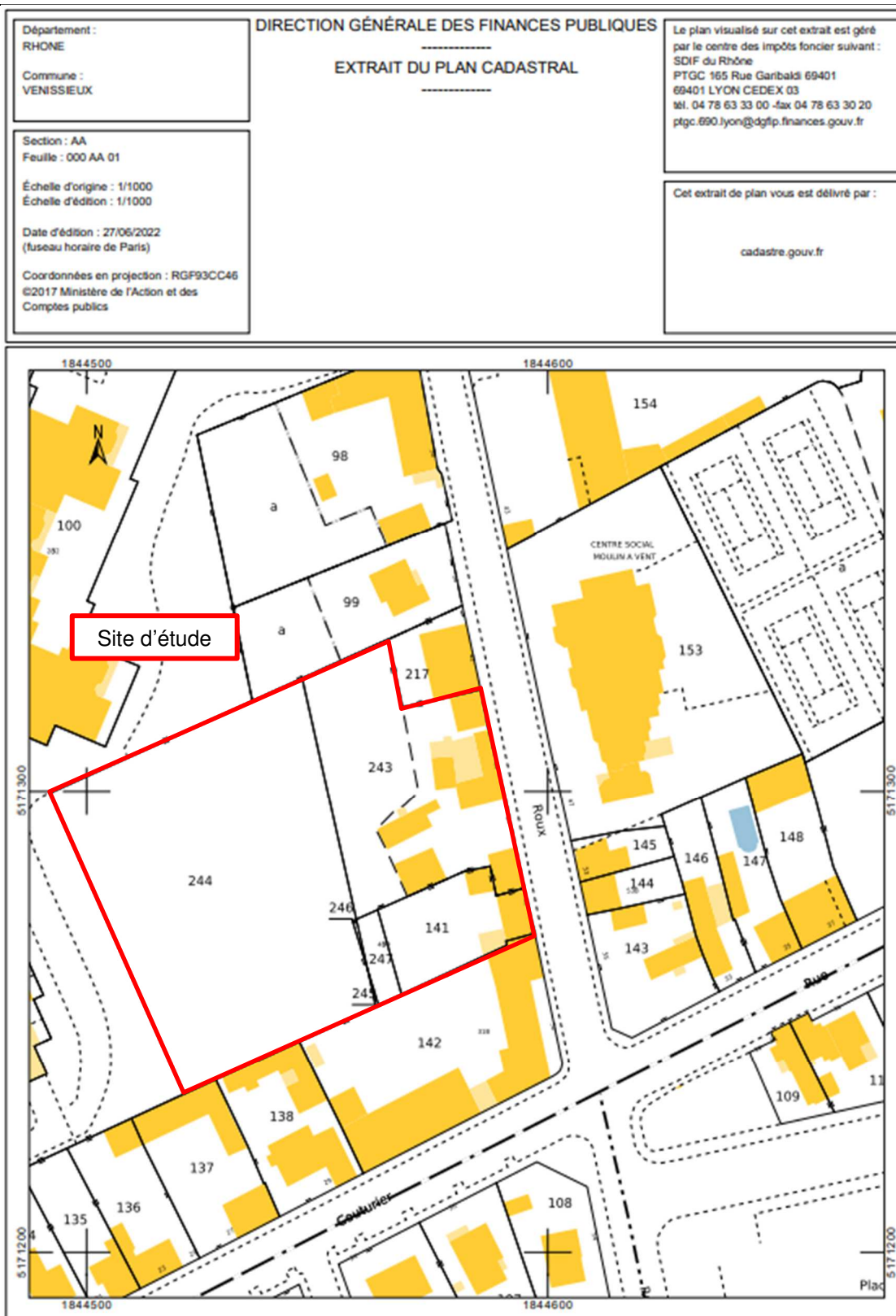
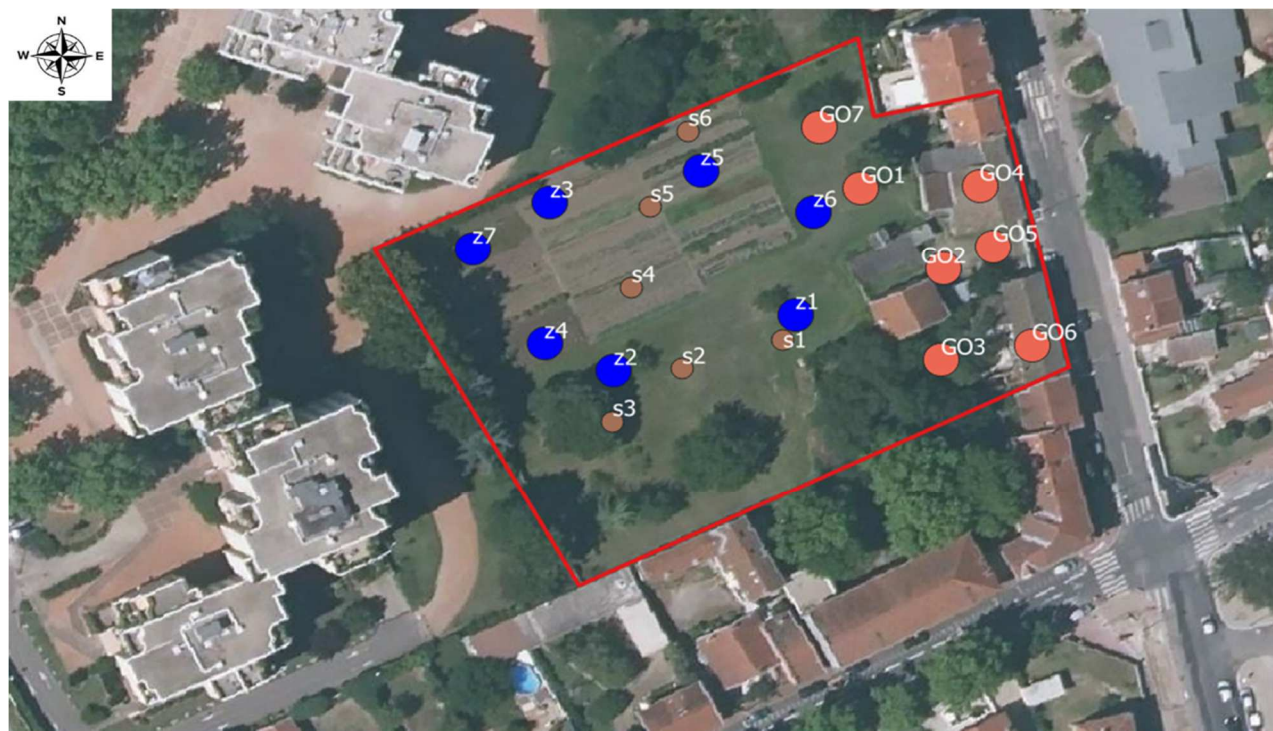


Figure 7 : Emprise cadastrale du site d'étude (Source : cadastre.gouv)



- GO Sondages réalisés dans le sous-sol des futurs bâtiments
- Z Sondages réalisés dans le potager
- S Sondages réalisés par BURGEAP et Biomède

Figure 8 : Localisation des points de sondages réalisés par Gone Environnement en Avril 2022 et par Burgéap en Janvier 2022

2. Détermination des filières et des volumes en gestion

2.1. Synthèse des investigations réalisées

Un diagnostic environnemental a été réalisé par Gone Environnement le 26 Avril 2022, les résultats de cette investigation ont montré les impacts suivants :

Pour les sols :

Impact selon l'Arrêté du 12/12/2014 :

- Gone Environnement :
 - Une anomalie en COT sur brut au droit de GO3-a qui se situe entre 0 et 0.5m de profondeur et correspond à la terre végétale. Cependant, cette teneur en COT ne surclasse pas ce matériau puisqu'aucun dépassement de seuil n'est observé sur éluât. Les matériaux correspondants peuvent être considérés comme des déchets ISDI.
 - En Arsenic (As) sur éluât :
 - Au droit de Z2-cemp entre 1.2 -3.4m de profondeur sur l'horizon c de la terre naturelle (TN) à une concentration de 0.52 mg/kg en MS ;
 - Au droit de GO7-b entre 1 et 1.7 m de profondeur sur l'horizon b du sable limoneux à une concentration de 0.54 mg/kg en MS.
 - En Antimoine (Sb) sur éluât :
 - Au droit de GO7-b entre 1 et 1.7 m de profondeur sur l'horizon b du sable limoneux à une concentration de 0.07 mg/kg en MS.

Impact en métaux sur Brut :

- **En Cu :**
 - BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 234 ; 264 ; 276 et 257 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 297 ; 264 ; 286 et 347 mg/kg.
 - Gone Environnement :
 - Au droit de Z2, Z3 et Z7 entre 0 et 0.7 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 410,160 et 170 mg/kg en MS ;
 - Au droit de Z7 entre 0.7 et 1.1 m de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à une concentration de 390 mg/kg en MS.
- **En Hg :**
 - BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 2,89 ; 3,46 ; 3,59 et 4,24 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 3,94 ; 3,92 ; 6,23 et 6,6 mg/kg.
 - Gone Environnement :
 - Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7 et GO3-a entre 0 et 0.9 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 1,9 ;1.9 ;4 ;2.6 ;3.9 ;1.7 ; 4.2 et 1.6 mg/kg en MS ;
 - Au droit de Z1, Z3 et Z7 entre 0.7 et 1.1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à des concentrations respectives de 1.6 ;1.8 et 12 mg/kg.

- En Pb :

- BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 486, 474, 483 et 498 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 571, 475, 509 et 562 mg/kg.
- Gone Environnement :
 - Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7 et GO3-a entre 0 et 0.9 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 290 ; 2600 ; 370 ; 340 ; 390 ; 240 ; 500 et 210 mg/kg en MS ;
 - Au droit de Z1, Z3, et Z7 entre 0.7 et 1.1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à des concentrations respectives de 180 ; 210 ; 390 mg/kg en MS.

- En As :

- BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 73 ; 71,3 ; 68,2 et 71,1 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 157 ; 97,5 ; 87,3 et 90,5 mg/kg.
- Gone Environnement :
 - Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, et Z7 entre 0 et 0.9 m de profondeur, au niveau de l'horizon (a) à des concentrations respectives de 64 ; 55 ; 57 ; 52 ; 57 ; 48 ; 55 et 46 mg/kg en MS ;
 - Au droit de Z1, Z3, et Z7 entre 0.7 et 1.1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux- graveleux à des concentrations respectives de 46 ; 47 et 51 mg/kg en MS.

- En Zn :

- BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 410 ; 411 ; 485 et 435 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 476 ; 406 ; 361 et 397 mg/kg.
- Gone Environnement :
 - Au droit de Z7 entre 0 et 0,7 m de profondeur au niveau de l'horizon (a) à une concentration de 320 mg/kg en MS

Les résultats d'analyses du diagnostic complémentaire réalisé par Gone Environnement ont mis en évidence une pollution en métaux lourds sur l'ensemble du site au droit de l'horizon a (terre végétale). Cette pollution diminue en profondeur au niveau de l'horizon b et des remblais de sable limoneux rouge et devient localisée au droit des mailles Z7 et S3 et dans une moindre mesure sur Z1 et Z3.

2.2. Valeurs de gestion du site d'étude

Dans le cadre du projet d'aménagement, toutes les terres polluées vont être excavées. De fait, toutes les voies de transfert seront coupées et aucune valeur de gestion de pollution concentrée ou sanitaire ne sera à déterminer. Ainsi, pour le projet d'aménagement seule la gestion de déchets sera l'élément prépondérant des valeurs de gestion et tous les matériaux excavés ne respectant pas l'Arrêté du 12/12/2014 devront faire l'objet d'une gestion spécifique.

Pour le projet de cultures maraichères partagés, l'ensemble des études a montré des anomalies en métaux lourds et particulièrement en Cuivre, Plomb et Mercure et dans une moindre mesure en Arsenic et en Zinc. L'étude de Burgéap a montré un transfert de ces métaux dans les plantes et plus particulièrement en Cuivre. Aussi, il est considéré que l'ensemble des matériaux possédant des concentrations anormales en métaux lourds devront faire l'objet d'une gestion spécifique sur l'emprise du projet de cultures.

2.3. Synthèse des volumes et des filières déterminées

Les 2 projets d'aménagements ne nécessiteront pas la même gestion de terres impactées. Pour rappel, VIRAA prévoit la rétrocession d'une partie du terrain pour une exploitation de cultures maraichères partagés et la construction de deux bâtiments de R+3 & attique avec un niveau de sous-sol commun et des espaces verts extérieurs. Dans le cadre de cette étude, les volumes déterminés dépendent du projet d'aménagement.

Tableau 1 : Synthèse des volumes impactés par les métaux sur brut au droit de la future zone maraîchère

Sondages	Horizons	Profondeur (m)	Surface	Volume (m³)	Impact sur les 2 horizons	Volume final (m³)
Exploitation maraîchère partagée						
z1	a	0,8	276	221	As (a : 64 mg/kg et b : 46 mg/kg), Hg (a : 1,9 mg/kg et b : 1,6 mg/kg),	331
	b	1.2		110		
z2	a	0,9	130	117	Pb (a : 2 600 mg/kg), Cu (a : 410mg/kg), As (a : 55mg/kg), Hg (a : 2,6 mg/kg)	117
z3	a	0,7	219	153	As (a : 57 mg/kg et b : 47 mg/kg), Hg (a : 4 mg/kg et b : 1,8 mg/kg)	153
z4	a	0,7	417	292	As (a : 52 mg/kg), Hg (a : 2.6 mg/kg)	292
z5	a	0,7	185	130	As (a : 57mg/kg), Hg (a : 3.9 mg/kg)	130
z6	a	0,7	255	179	As (a : 48mg/kg), Hg (a : 1.7 mg/kg)	179
z7	a	0,7	362	253	As (a : 55 mg/kg), Hg (a : 4.2 mg/kg), Pb (a : 500 mg/kg), Cu (a : 170 mg/kg), Zn (a : 320 mg/kg)	398
	b	1.1	362	145	As (b : 51mg/kg), Hg (b : 12 mg/kg), Cu (b : 170 mg/kg)	
S1	a	0,1	438	44	Pb=486mg/kg As=73mg/kg Cu=234mg/kg Hg=2,89 mg/kg Zn =410mg/kg	44
S2	b	0,5	390	195	Pb=571mg/kg As=157mg/kg Cu=297mg/kg Hg=3,94 mg/kg Zn=476mg/kg	195
S3	b	0,5	782	391	Pb=475mg/kg As=97,5mg/kg Cu=264mg/kg Hg=3,92 mg/kg Zn=406mg/kg	391
S4	a	0,1	281	28	Pb=474mg/kg As=71,3mg/kg Cu=264mg/kg Hg=3,46 mg/kg Zn=411mg/kg	140
	b	0,5		112	Pb= 509 mg/kg As=87,3mg/kg Cu=286mg/kg Hg=6,23 mg/kg Zn=361 mg/kg	
S5	a	0,1	235	24	Pb=474mg/kg As=71,3mg/kg Cu=264mg/kg Hg=3,46 mg/kg Zn=411mg/kg	118
	b	0,5		94	Pb=562mg/kg As=90,5mg/kg Cu=347 mg/kg Hg=6,6 mg/kg Zn=397mg/kg	
S6	a	0,1	136	14	Pb 498mg/kg Cu 257mg/kg As 71,1mg/kg Hg 4,24mg/kg Zn 435 mg/kg	14
TOTAL					2 502 m³	

Tableau 2 : Synthèse des volumes impactés par les métaux sur brut au droit de la future zone aménagée par Vinci

Sondages	Horizons	Profondeur (m)	Surface	Volume (m3)	Impact sur les 2 horizons	Volume final (m3)
Aménagement Vinci						
G01	a	0,5	227	114	Extrapolation	114
G02	a	0,6	246	148		148
G03	a	0,5	420	210	As (a : 33 mg/kg) Cu (a : 92 mg/kg) Hg (a : 1,6 mg/kg)	210
G04	a	0,9	307	276	Extrapolation	276
G05	a	0,25	157	39		39
G07	a	1,0	334	334		334
TOTAL					1 120 m ³	

Les classes de matériaux en acceptation hors site de ces volumes sont reprises ci-dessous :

Tableau 3 : Filière d'acceptation des matériaux par maille

Sondages	Horizons	Profondeur (m)	Volume final (m³)	Filière d'acceptation
Exploitation maraichère partagée				
Z1	a	0,8	331	Valorisation
	b	1,2		
Z2	a	0,9	117	Cimenterie
Z3	a	0,7	153	Valorisation
Z4	a	0,7	292	Valorisation
Z5	a	0,7	130	
Z6	a	0,7	179	
Z7	a	0,7	253	Cimenterie
	b	1,1	145	Valorisation
S1	a	0,1	44	Valorisation
S2	b	0,5	195	Valorisation
S3	b	0,5	391	Valorisation
S4	a	0,1	28,1	Valorisation
	b	0,5	112,4	Cimenterie
S5	a	0,1	24	Valorisation
	b	0,5	94	Cimenterie
S6	a	0,1	14	Valorisation
TOTAL			2 502 m³	
Aménagement Vinci				
G01	a	0,5	114	Valorisation
G02	a	0,6	148	
G03	a	0,5	210	
G04	a	0,9	276	
G05	a	0,25	39	
G07	a	1,0	334	
TOTAL			1 120 m³	

Soit un total de 3 622 m³ dont :

- 577 m³ en **Cimenterie** liés aux impacts en métaux lourds sur éluât et sur brut,
- 3 045 m³ en **valorisation de matériaux** liés aux impacts en métaux lourds sur brut.

Nota Bene : Le tableau ci-avant présente uniquement les mailles impactées et n'inclut pas les mailles inertes en gestion du fait de la présence de Métaux sur brut.

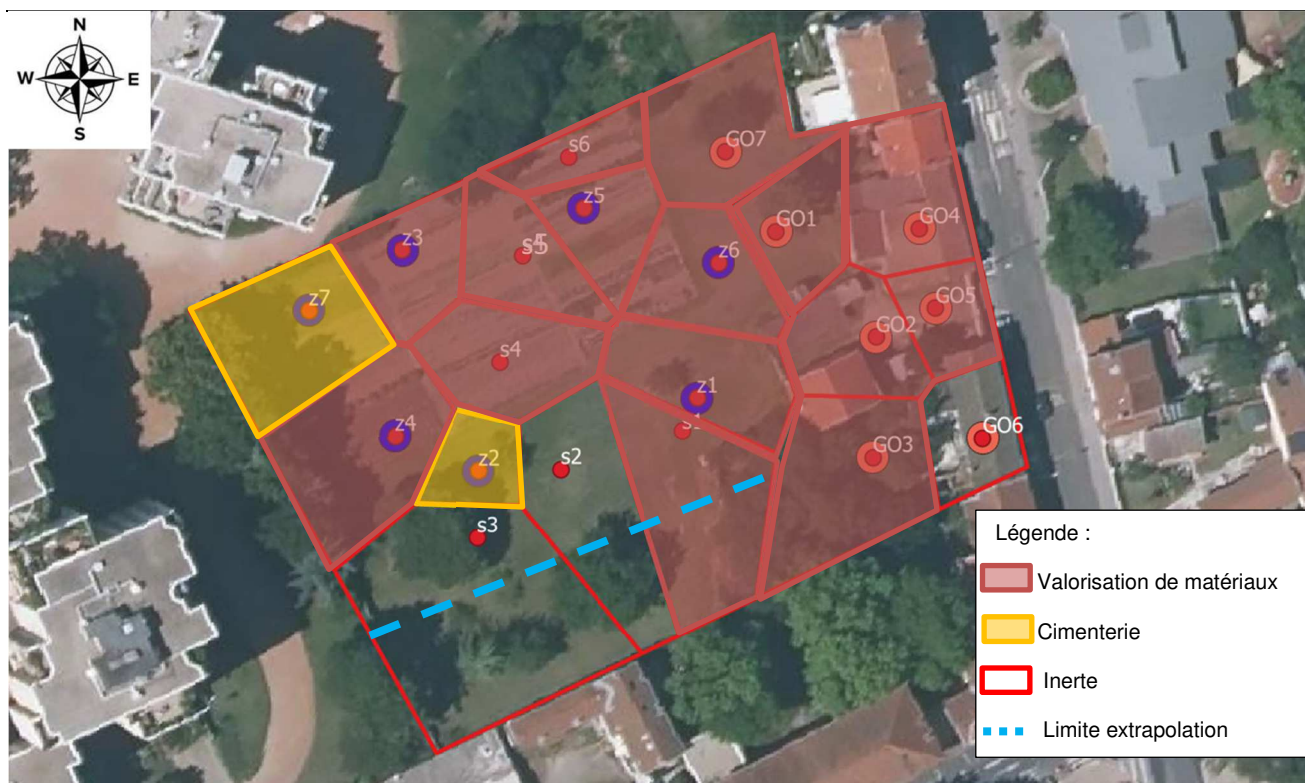


Figure 9 : Cartographie des filières de gestion – Horizon a

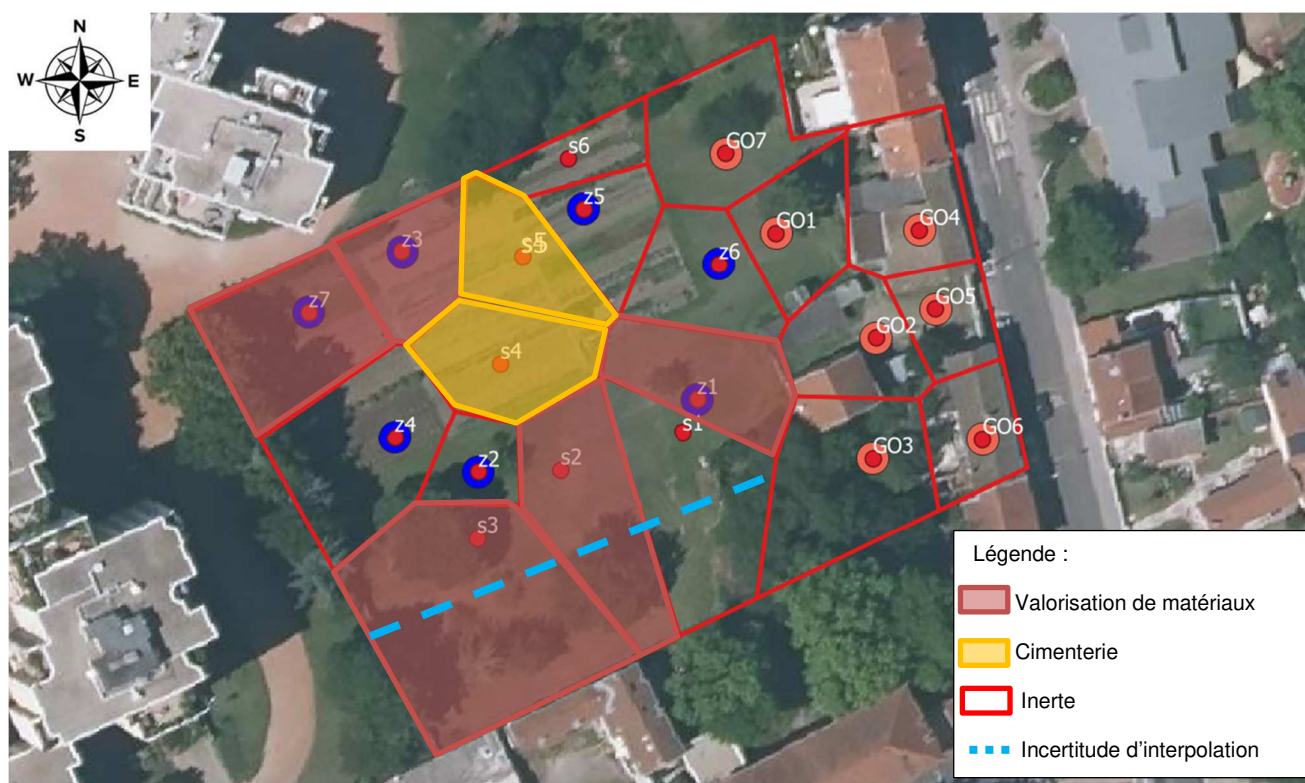


Figure 10 : Cartographie des filières de gestion – Horizon b

Nota Bene : La zone au Sud du site présente une incertitude d'interpolation et nécessiterait la réalisation de sondages complémentaires.

2.4. Détermination des scénarios de réhabilitation

L'existence d'un risque environnemental ou sanitaire est liée à la présence simultanée :

- **D'une source de pollution** : Pollution en éléments organiques / Inorganiques,
- **D'une voie de transfert** : Dégagements gazeux liés aux pollutions organiques / Transfert vers le milieu eau (gravité, eaux météoriques, lixiviats),
- **D'une cible** : les usagers du site, la ressource en eau.

Toute action visant à supprimer ou modifier l'un de ces trois facteurs est en mesure de supprimer le risque ou de le limiter. Le plan global de définition des valeurs de gestion a alors pour but de définir les aménagements nécessaires à la mise en conformité du site avec l'usage retenu. Il précise les actions de réhabilitation à mettre en œuvre, soit pour maîtriser les sources de pollution, soit pour rendre compatible l'état des milieux avec le projet d'aménagement du site.

L'objectif du plan global de définition des valeurs de gestion est de préciser l'ensemble des modalités d'actions à entreprendre pour rendre compatible le projet d'aménagement avec les anomalies identifiées au sein des matériaux et d'y associer des coûts.

Diverses techniques peuvent être utilisées et dépendent de leurs caractéristiques. Les techniques se regroupent en 3 grandes formes : in situ / sur site & hors site. Le projet d'aménagement prévoit le terrassement de 63 % des matériaux nécessitant une action de notre part en considérant que l'on ne descend qu'à 3,1 m de profondeur (1 niveau de sous-sol). En ce qui concerne la zone rétrocedée pour la réalisation du jardin partagé, 73% de la surface concernée doit être terrassée pour traiter la pollution et convenir au futur projet.

De par les caractéristiques intrinsèques des polluants (métaux lourds), nous excluons toutes les techniques in situ pour les 2 projets. Seules les techniques sur site et hors site seront donc envisagées. Ces éléments sont confirmés par l'outil sélect-dépol présenté en figure 12 page suivante. Le tableau ci-dessous reprend les pourcentages de répartition des volumes selon le projet d'aménagement de VIRAA et le projet d'exploitation maraîchère partagée.

		Volumes projet d'aménagement VIRAA				
Impact	Polluant	Volume total (m ³)	Volume hors sous-sol (m ³)	% hors sous-sol	Volume sous-sol (m ³)	% sous-sol
Total Arrêté du 12/12/2014	Métaux sur brut	1120	305	27,2	815	72,8

		Volumes projet d'exploitation maraîchère partagée				
Impact	Polluant	Volume total (m ³)	Volume potager (m ³)	% hors sous-sol	Volume zone exclue (m ³)	% sous-sol
Total Arrêté du 12/12/2014	Métaux sur brut	2502	2097	83,8	405	16,2

Tableau 4 : Volumes des terres impactées en fonction du projet d'aménagement et d'exploitation maraîchère partagée

Nota-Bene : Les volumes pour le projet d'aménagement VIRAA ont été déterminés en utilisant une profondeur moyenne de 0,6 m pour l'horizon a. De plus, une partie du volume à prendre en charge pour le projet d'aménagement VIRAA est compris dans les volumes déterminés pour le projet d'exploitation maraîchère partagée à cause du découpage des mailles comme le montre la figure page suivante.

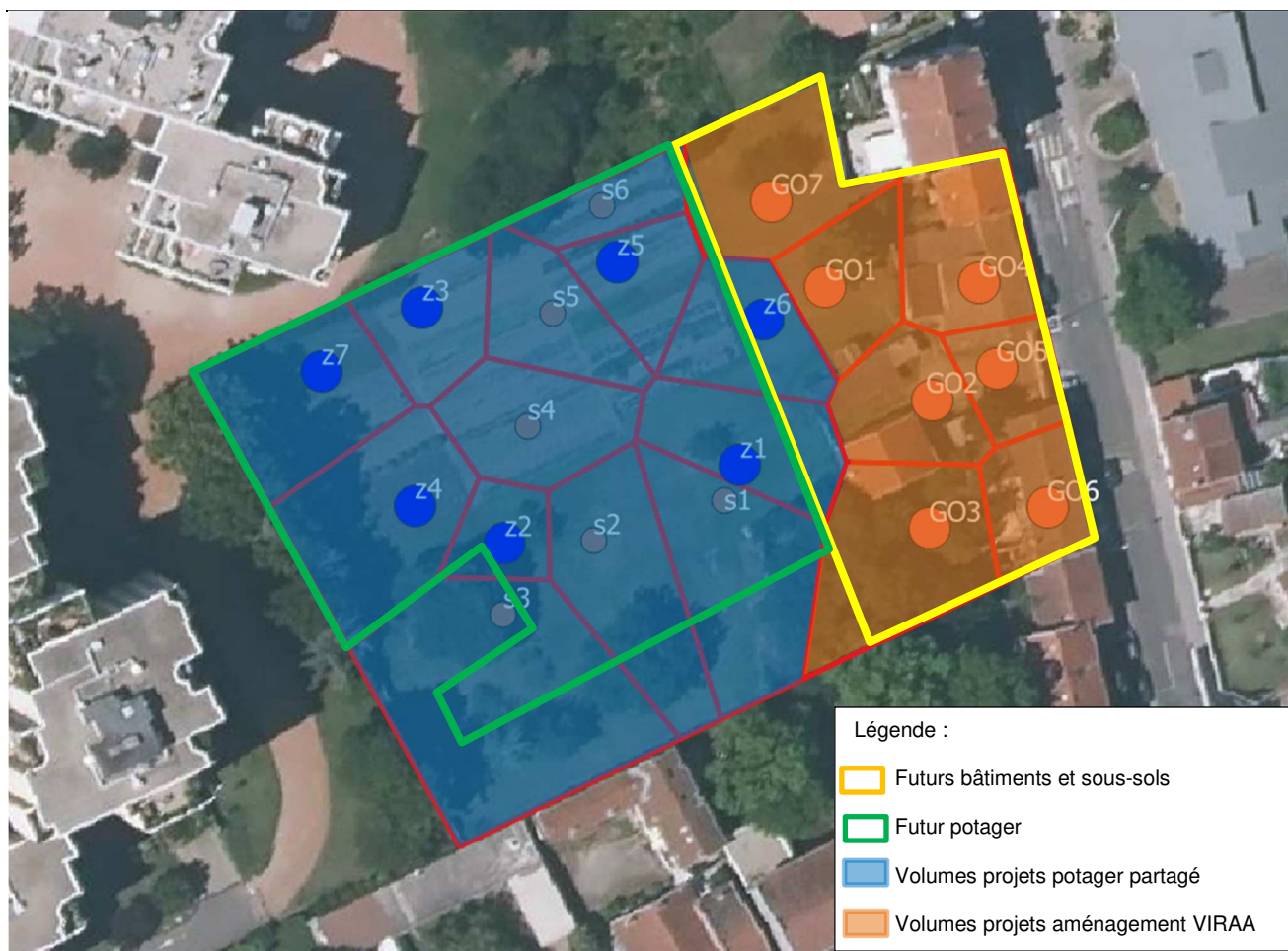


Figure 11 : Répartition des volumes en fonction du projet d'aménagement de VIRAA et du projet d'exploitation maraîchère partagé

Les polluants concernés par une action de notre part sont : les métaux sur brut.

L'ensemble des techniques reprenant un traitement sur site ou hors site sont répertoriés ci-dessous pour chacun des polluants cités ci-dessus :

Choisissez le polluant

Métaux/Métalloïdes

Choisissez le milieu

Sol

Choisissez la zone d'application

Zone non saturée

Choisissez éventuellement la perméabilité

Les procédés les plus efficaces vis-à-vis de la perméabilité choisie sont encadrés en bleu.

- ☐ Donnée non connue
- ☐ Perméabilité > 10⁻³ m/s
- ☒ 10⁻³ m/s < Perméabilité < 10⁻² m/s
- ☐ Perméabilité < 10⁻² m/s

Sur site ou hors site

Encapsulation sur site et élimination en centres de stockage des déchets

Maturité ■ ■ ■ ■ ■ Taux d'utilisation ■ ■ ■ ■ ■ Profondeur : 6m

Excavation des sols

Maturité ■ ■ ■ ■ ■ Taux d'utilisation ■ ■ ■ ■ ■ Profondeur : 6m

Tri granulométrique

Maturité ■ ■ ■ ■ ■ Taux d'utilisation ■ ■ ■ ■ ■ Profondeur : 6m

Figure 12 : Tableau comparatif des techniques sur site / hors site pour les Métaux/métalloïdes (Source : Selecdepol)

D'après le site Selecdepol les techniques les plus utilisées ressortant pour une dépollution dans des sol limoneux sableux (zone non saturée) et pour des impacts en métaux et métalloïdes sont :

- **L'encapsulation sur site ou l'élimination en centre de stockage de déchets** : nécessite d'excaver l'intégralité des sols pollués, lorsque les confinements sont bien conçus et bien mis en place, ils sont très efficaces et ne permettent pas ou très peu de fuite vers l'extérieur ;
- **L'excavation des sols** : méthode la plus simple et la plus radicale pour supprimer une source de pollution ;
- **Le tri granulométrique** : s'applique principalement sur des sols hétérogènes afin de concentrer les fractions les plus fines qui sont généralement les plus polluées.

Le descriptif des solutions retenues sont présentés ci-dessous :

Descriptif de l'encapsulation sur site et élimination en centres de stockage des déchets :

Le procédé d'Encapsulation consiste à enfermer physiquement sur site les sols par un dispositif de parois, couverture et fonds très peu perméables.

Hors site, la mise en décharge consiste à diriger les terres polluées dans des centres de stockage des déchets en fonction de leur degré de pollution et de leur potentiel de lixiviation.

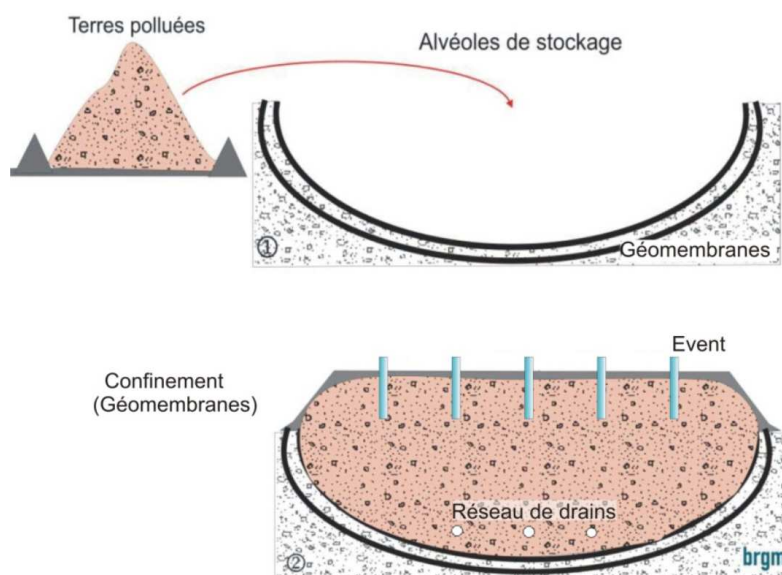


Figure 13 : Schéma de principe de l'encapsulation (Source : Selecdepol)

Descriptif de l'excavation des sols :

Le procédé d'Excavation est généralement réalisé une fois la source de pollution délimitée via des investigations de terrain et des analyses.

Il s'agit de la méthode la plus simple, la plus radicale et la plus rapide pour supprimer une source de pollution. Néanmoins, l'Excavation n'est pas une fin en soi, les sols pollués excavés devront faire l'objet d'un traitement/confinement sur ou hors site.

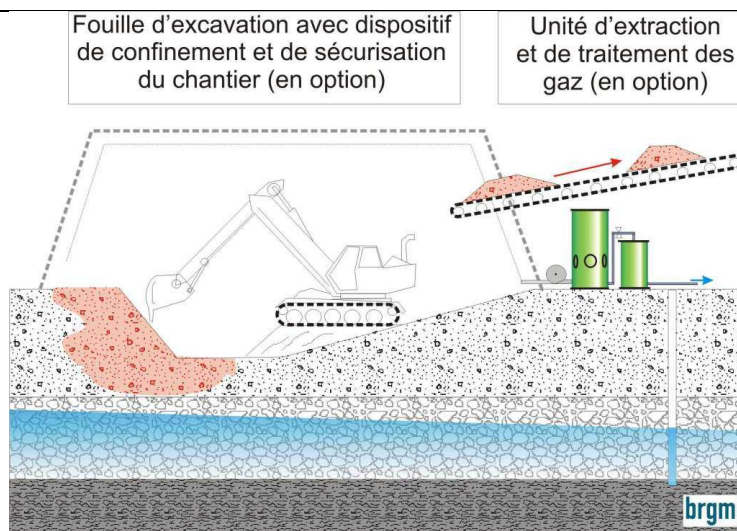


Figure 14 : Schéma de principe de l'excavation (Source : Selecdopol)

Descriptif du tri granulométrique :

Le Tri granulométrique permet de séparer les différentes fractions des sols. Les fractions fines qui représentent les fractions les plus polluées sont ainsi isolées avant traitement. Il ne constitue donc qu'une phase préliminaire du traitement et/ou de la réhabilitation.

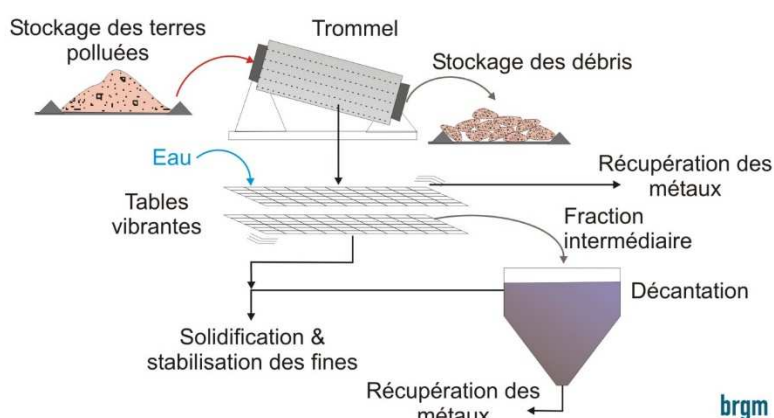


Figure 15 : Schéma de principe du tri granulométrique (Source : Selecdopol)

La démarche globale pour l'appréhension des modalités de réhabilitation se fonde alors sur les scénarios suivants :

2.4.1. Scénario 1 : Prise en charge de l'ensemble des impacts et déblais non inertes (selon projet) pour envoi en filière hors site avec pré-traitement par tri granulométrique

De manière générale, ce scénario consiste en la réalisation des opérations suivantes :

- Excavation des matériaux :
 - Au droit du futur projet d'aménagement (0,5 m au droit des espaces verts et 3 m au droit du futur sous-sol) selon les valeurs seuils de l'Arrêté du 12/12/2014.
 - Au droit du futur projet maraicher partagés entre 0.7 m et 1.2 m suivant les impacts identifiés au tableau 3.
- Acheminement vers une aire de stockage provisoire pour réaliser les opérations de tri et de contrôles analytiques. Dans ce cadre, il pourra être envisagé la réalisation d'un prétraitement mécanique (non inclus dans l'estimation financière présentée ci-dessous) afin d'optimiser le volume de matériaux à prendre en charge en hors site.
- Contrôles analytiques en côtés et bords de fouilles et contrôle topographique, permettant une traçabilité des travaux engagés.
- Evacuation hors site des matériaux pour traitement et acceptation en filière spécialisée.

- Remise en place de 10 à 20 cm de terre végétale.

Le volume de matériaux à prendre en charge est estimé à environ 3 622 m³ en ne prenant pas en compte la possible prise en charge en dessous des 0,5 m pour les sondages « S » réalisés par BURGEAP au droit du futur potager si ces matériaux s'avèrent impactés (delta de 20% par mètre impacté supplémentaire).

Tableau 5 : Volumes sortants des matériaux impactés

Impact		Volumes projet d'aménagement VIRAA		
		Volume total (m ³)	Volume hors sous-sol (m ³)	Volume sous-sol (m ³)
Horizon a (entre 0 et 1 m en fonction du sondage)	Arrêté du 12/12/2014	1 120	305	815
	Total	1 120	305	815
		Volumes projet d'exploitation maraîchère partagée		
Horizon a (entre 0 et 1 m en fonction du sondage)	Arrêté du 12/12/2015	1 455	1 455	
Horizon b (entre 0,1 et 1,2 m en fonction du sondage)	Arrêté du 12/12/2014	1 047	1 047	
	Total	2 502	2 502	
Total		3 622	2 807	815

Sur la base des études réalisées, les volumes estimés pour chaque destination ont pu être estimés :

- **Cimenterie** : 577 m³ soit 1 040 T,
- **Centre de valorisation ou équivalent** : 3 045 m³ soit 5 481 T.

Les tonnages ont été déterminés sur la base d'une densité estimative de 1,8.

Au final, 577 m³ de matériaux seront envoyés en cimenterie et 3 045 m³ de matériaux en valorisation. Cela représente un équivalent de 268 rotations de camions (25 tonnes). Le facteur d'émission d'un camion utilisé dans la base de données Carbone de l'ADEME est 0,156 kg CO₂ / T. Km soit l'équivalent de 3,9 kg de CO₂ par Km.

Le centre d'acceptation en cimenterie le plus près du site d'étude se trouve à Montalieu-Vercieu (38) à 65,3 km du site, soit l'équivalent de 2 743 kilomètres (42 rotations) et l'émission de 10.5 tonnes de CO₂.

Le centre d'acceptation pour la valorisation des matériaux est situé à Ternay (69) à 16 km du site, soit l'équivalent de 3 616 kilomètres (226 rotations) et l'émission de 14,1 tonnes de CO₂.

Ainsi, ce scénario engendre l'émission de 25 tonnes de CO₂.

2.4.2. **Scénario 2 : Réutilisation sur site en confinement des matériaux acceptables en cimenterie (577 m³) avec remblaiement contre-voile**

De manière générale, ce scénario consiste en la réalisation des opérations suivantes :

- Excavation :
 - Des matériaux impactés supérieurs à l'Arrêté du 12/12/2014 pour stockage sur site.
- Contrôles analytiques en côtés et bords de fouilles et contrôle topographique, permettant une traçabilité des travaux engagés,
- Imperméabilisation de la zone de confinement au moyen d'un complexe d'étanchéité (géomembrane),
- Remblaiement par matériaux impactés en contre-voile,
- Mise en place d'un complexe d'étanchéité supérieur au-dessus des matériaux impactés (géomembrane),
- Mise en place de 20 m de terres végétales saines et aménagement paysager.

Dans le cadre de l'aménagement et de l'exploitation maraîchère il est indispensable d'excaver entièrement les terres et de les remplacer par des matériaux inertes compatible avec la réalisation de culture au droit du futur potager.

Le volume de matériaux à prendre en charge hors site est estimé à environ 3 045 m³ et le volume à confiner sur site est estimé à 577 m³.

Tableau 6 : Volume des matériaux impactés à remblayer en contre-voile

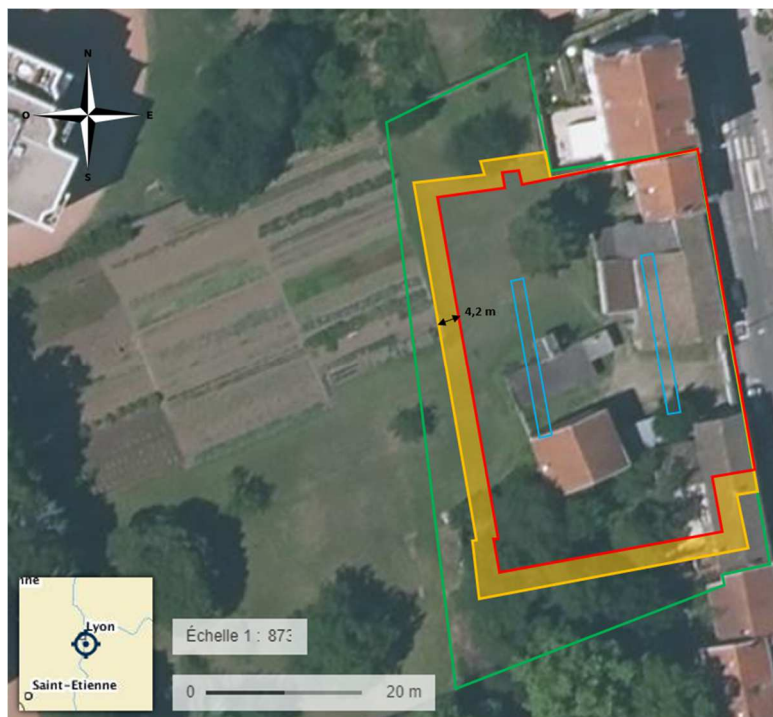
Impact	Volumes en cimenterie		
	Volume total (m³)	Volume hors sous-sol (m³)	Volume sous-sol (m³)
Horizon a (entre 0 et 1 m en fonction du sondage)	370	370	0
Horizon b (entre 0,1 et 1,2 m en fonction du sondage)	207	207	0
Total Arrêté	577	577	0

Tableau 7 : Volume des matériaux à évacuer en valorisation des matériaux

Impact	Volumes à évacuer		
	Volume total (m³)	Volume hors sous-sol (m³)	Volume sous-sol (m³)
Horizon a (entre 0 et 1 m en fonction du sondage)	2205	1390	815
Horizon b (entre 0,1 et 1,2 m en fonction du sondage)	842	842	0
Total Arrêté	3 047	2 232	815

Bene : Aucune étude géotechnique ne nous a été transmise concernant la tenue des matériaux et les talus à réaliser. De fait, nous supposons que les talus mis en place sont des talus 1/1.

Avec une profondeur de 3,2 m, une surface de 460 m² et des talus 1/1, les 577 m³ de matériaux relevant de la filière cimenterie peuvent être remblayé en contre-voile sur l'ensemble de la zone représentée sur la figure ci-dessous.



Légende :

- Futur aménagement de VIRAA
- Emprise du sous-sol
- Bassin d'infiltration
- Zone de remblaiement contre-voile

Figure 16 : Emprise du sous-sol et du remblaiement contre-voile

Sur la base des études réalisées, les volumes estimés pour chaque destination ont pu être estimés :

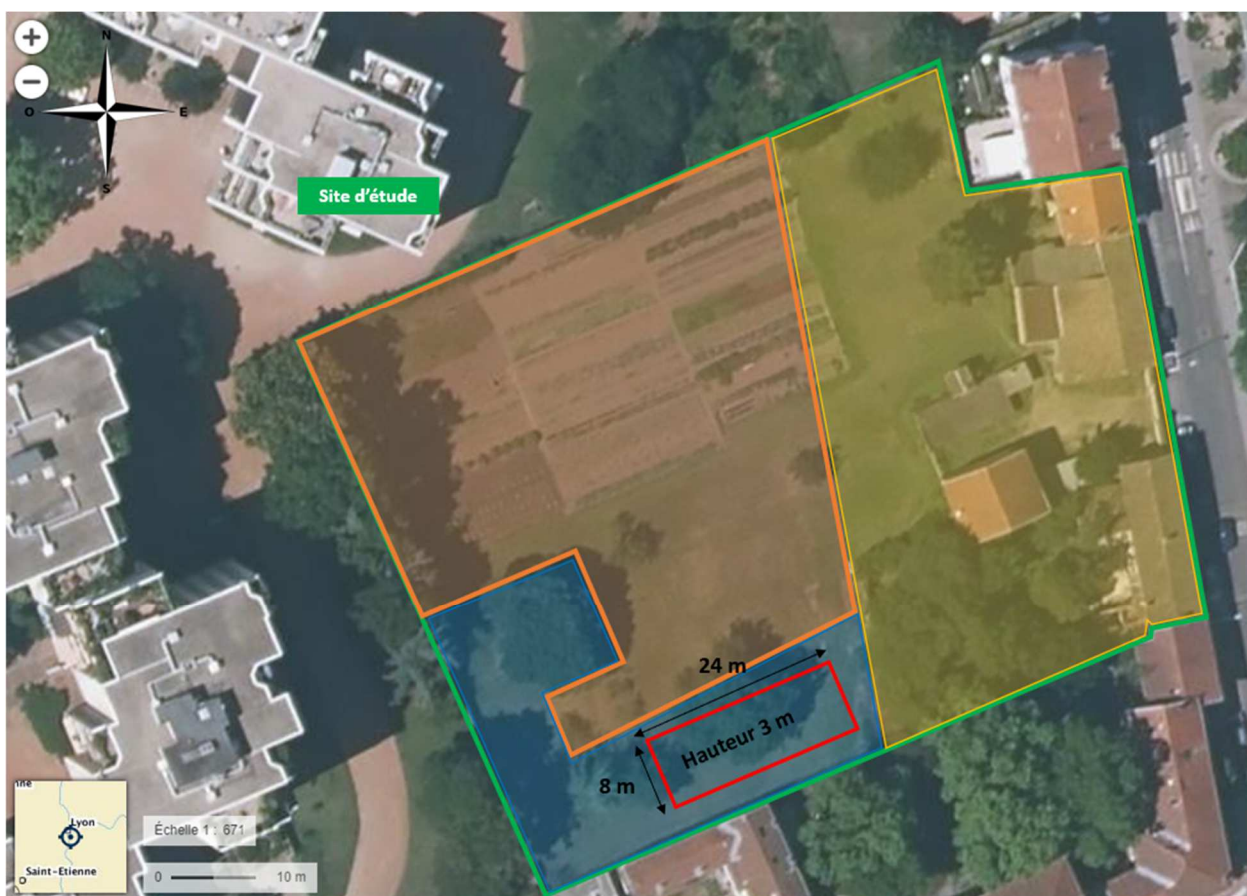
- **Valorisation des matériaux** : 3 045 m³ soit 5481 T ;
- **ISDI** (matériaux excavés en excès pour le remblaiement) : 577 m³ soit 1 035 T.

Les tonnages ont été déterminés sur la base d'une densité estimative de 1,8.

Le reste du volume des matériaux non inertes (pollution concentrée et dépassement de l'Arrêté du 12/12/14 au droit du projet) devant être envoyés en cimenterie, soit un volume de 577 m³, peuvent être pris en charge en confinement sur site puis remblayé en contre-voile. Le confinement serait réalisé au droit de la zone non exploitée sur une surface d'environ 190 m² et une hauteur de 3 m. De fait, 577 m³ de terres inertes seront excavés et remplacés par les matériaux destinés à la cimenterie. Ces derniers pourront soit être envoyées en filière de gestion soit être réutilisées sur site.

- ❖ En compléments de la gestion des matériaux, un grillage avertisseur sur une surface d'environ 460 m² et une couche d'au moins 40 cm de terres inertes seront à mettre en place.

La zone de stockage en confinement est identifiée dans la figure suivante :



Légende :

- Emprise futur potager
- Emplacement merlons
- Futur projet VIRAA

Figure 17 : Emplacement de la zone de confinement au niveau de la zone non exploitée.

Au final, 577 m³ de matériaux devant être envoyés en cimenterie pourront être remblayés. Cela représenterait un équivalent de 42 rotations de camions (25 tonnes). Le facteur d'émission d'un camion utilisé dans la base de données Carbone de l'ADEME est 0,156 kg CO₂ / T. Km soit l'équivalent de 3,9 kg de CO₂ par Km.

Le centre le plus près du site d'étude se trouve à Montalieu-Vercieu (38) à 65,3 km du site, soit l'équivalent de 2 742 kilomètres non effectués et l'économie de 10,7 tonnes de CO₂.

2.4.3. Scénario 3 : Réalisation d'une zone d'emprunt

De manière générale, ce scénario consiste en la réalisation des opérations suivantes :

1. Excavation des matériaux impactés (horizon a) au droit de la future zone d'aménagement par VIRAA et stockage en confinement,
2. Remblaiement des terres non inertes sous des matériaux inertes d'une épaisseur minimale de 40 cm et sous une couche de 20 cm d'épaisseur de terre végétale au droit du futur potager,
3. Excavation des matériaux impactés restant pour stockage sur la zone non exploitée,
4. Contrôle analytique en côtés et bords de fouille et contrôle topographique, permettant une traçabilité des travaux engagés,
5. Remise en place de 10 à 20 cm de terre végétale.

Le processus de réalisation de la zone d'emprunt est détaillé dans les figures ci-dessous :



Figure 18 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (1/7)

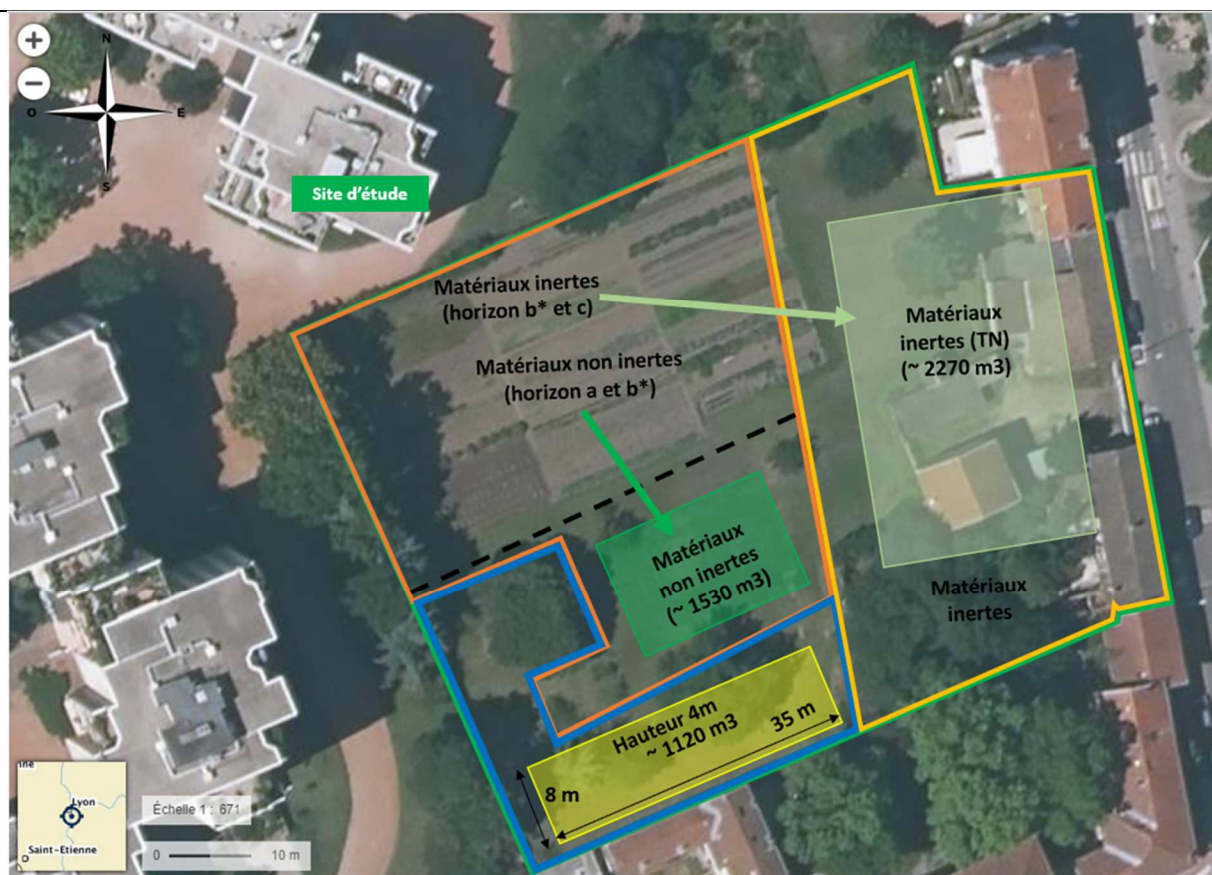


Figure 19 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (2/7)

*Nota Bene : Le caractère inerte des matériaux provenant de l'horizon b varie en fonction des sondages.

**TN = Terrain naturel.

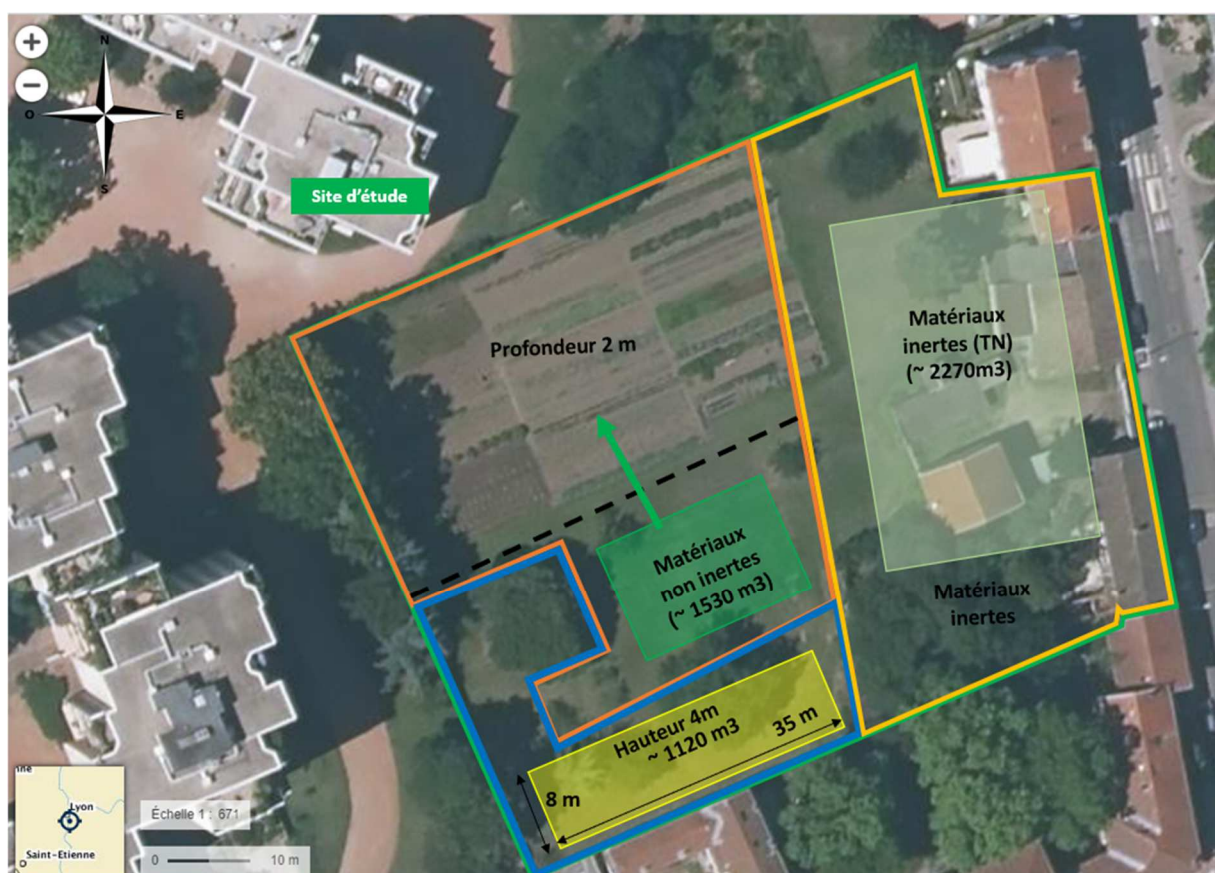


Figure 20 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (3/7)

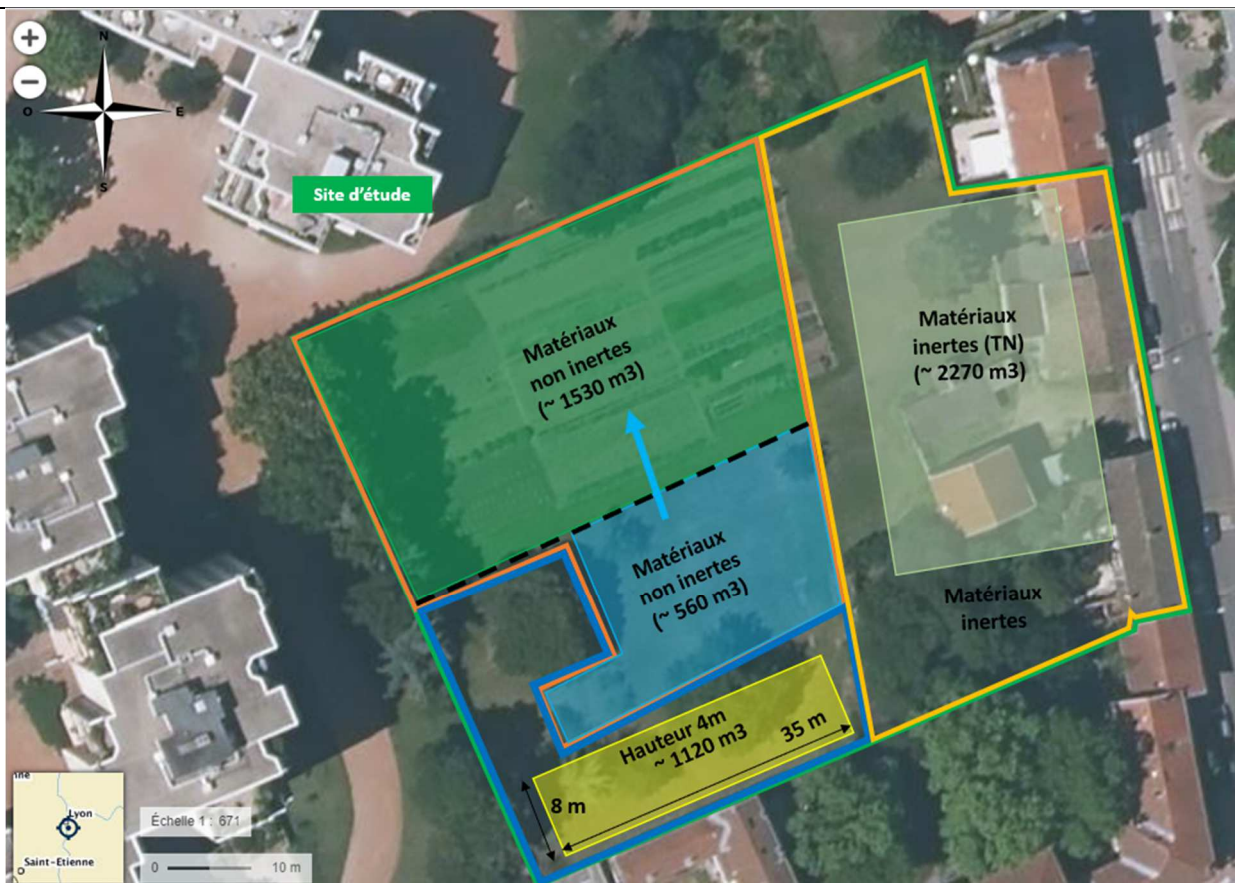


Figure 21 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (4/7)

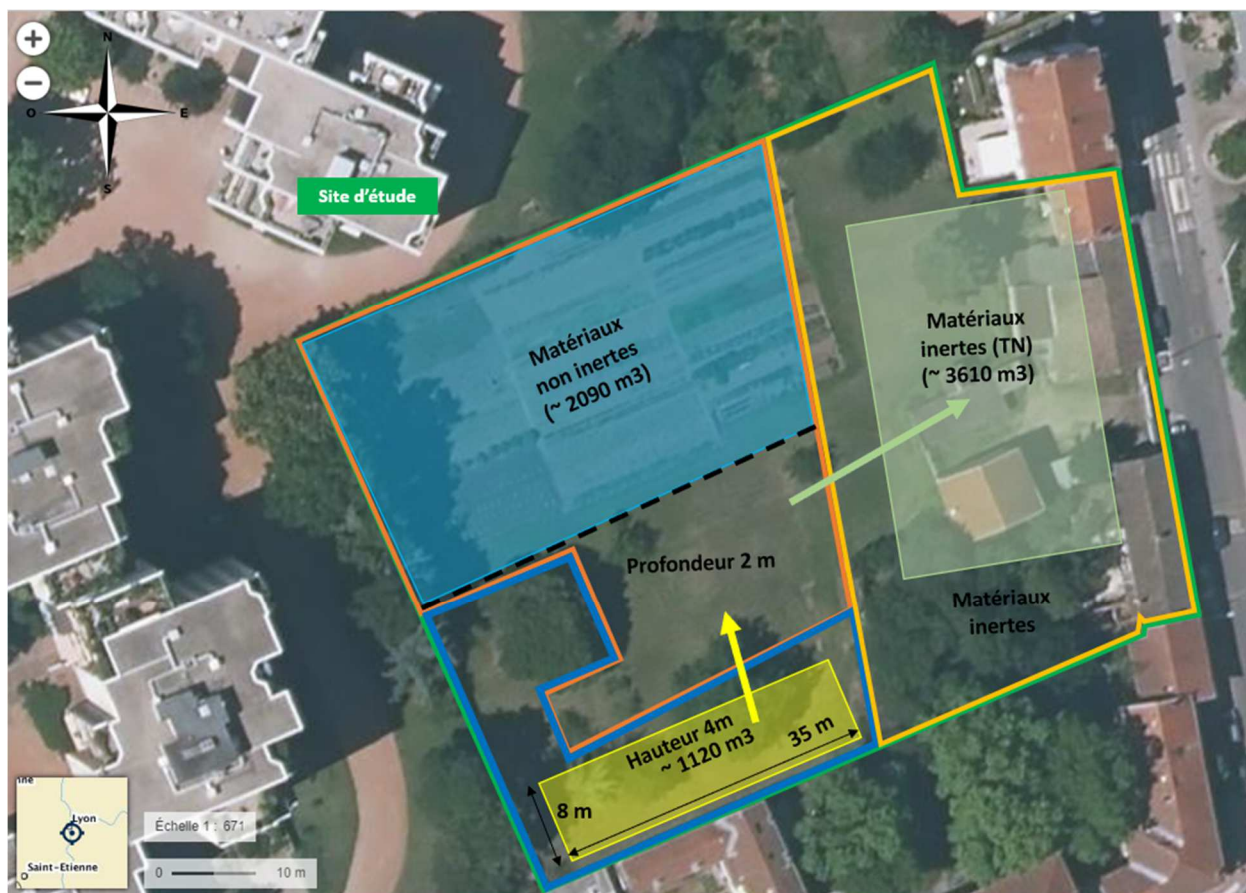


Figure 22 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (5/7)

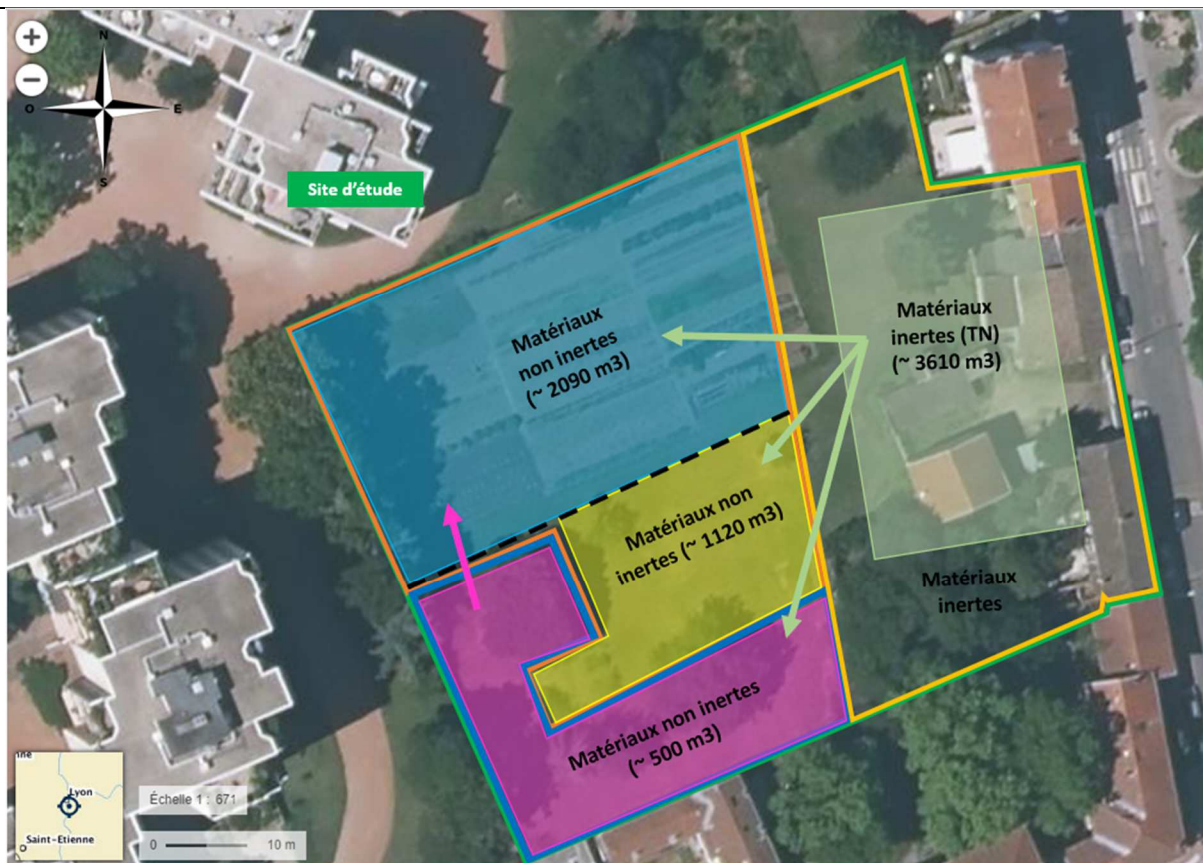


Figure 23 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (6/7)

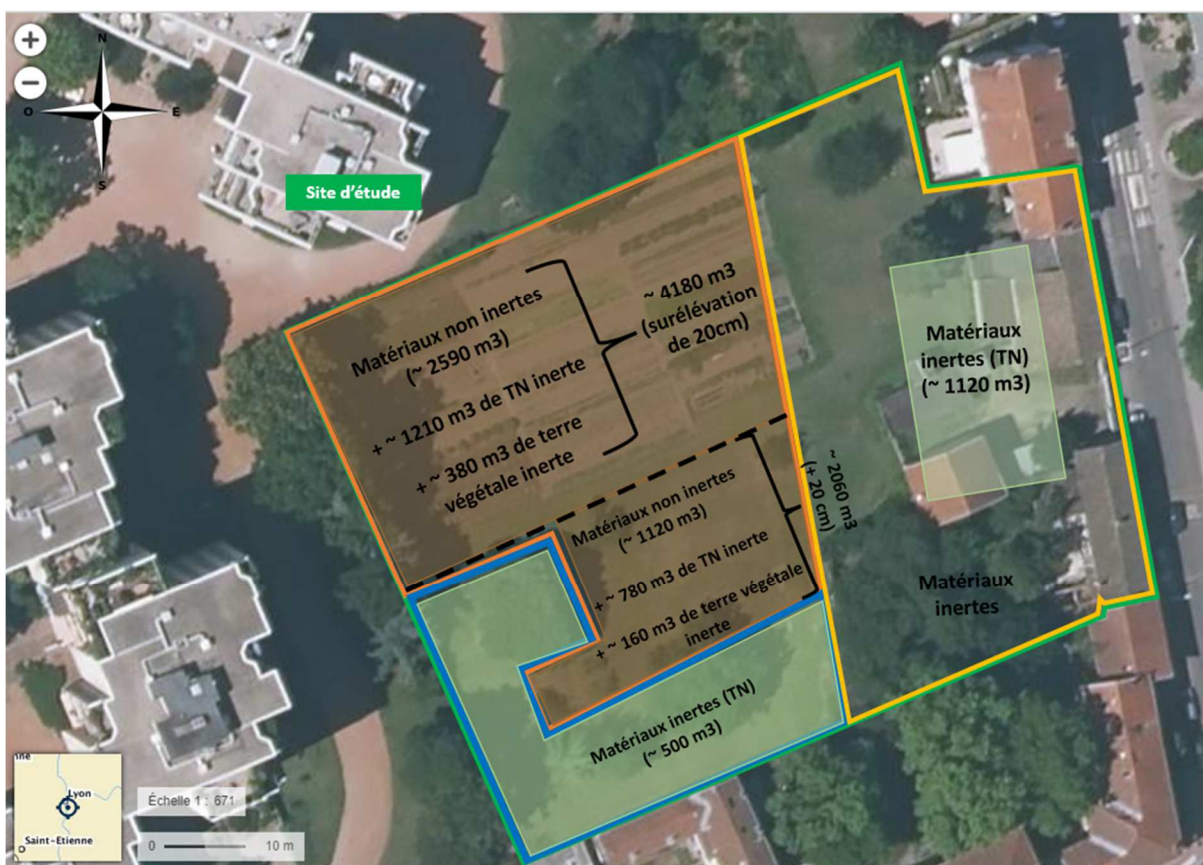


Figure 24 : Phasage de la réalisation de la zone d'emprunt (7/7)



-  Futur aménagement de VIRAA
-  Futur potager
-  Zone non exploitée
-  Emprise du sous-sol
-  Zone de remblaiement contre-voile

Figure 25 : Remblaiement en contre-voile des matériaux inertes en excès.

Au final, 577 m³ de matériaux devant être envoyés en cimenterie et 3 045 m³ de matériaux destiné à la valorisation pourront être remblayés. Cela représenterait un équivalent de 268 rotations de camions (25 tonnes). Le facteur d'émission d'un camion utilisé dans la base de données Carbone de l'ADEME est 0,156 kg CO₂ / T. Km soit l'équivalent de 3,9 kg de CO₂ par Km.

Le centre d'acceptation en cimenterie le plus près du site d'étude se trouve à Montalieu-Vercieu (38) à 65,3 km du site, soit l'équivalent de 2 742 kilomètres (42 rotations) non effectués et l'économie de 10,7 tonnes de CO₂.

Le centre d'acceptation pour la valorisation des matériaux est situé à Ternay (69) à 16 km du site, soit l'équivalent de 3616 kilomètres (226 rotations) non effectués et l'économie de 14,1 tonnes de CO₂.

La contrepartie est l'utilisation d'une pelle mécanique et d'un 8*4 pendant 18 jours de plus par rapport au scénarios 1 & 2. A raison d'une consommation journalière de 100 litres pour une pelle 25 tonnes et des trajets estimés à 15 km pour le 8*4, cela représente une émission supplémentaire de 6 tonnes de CO₂.

Ainsi, ce scénario permet d'éviter l'émission de 19 tonnes de CO₂.

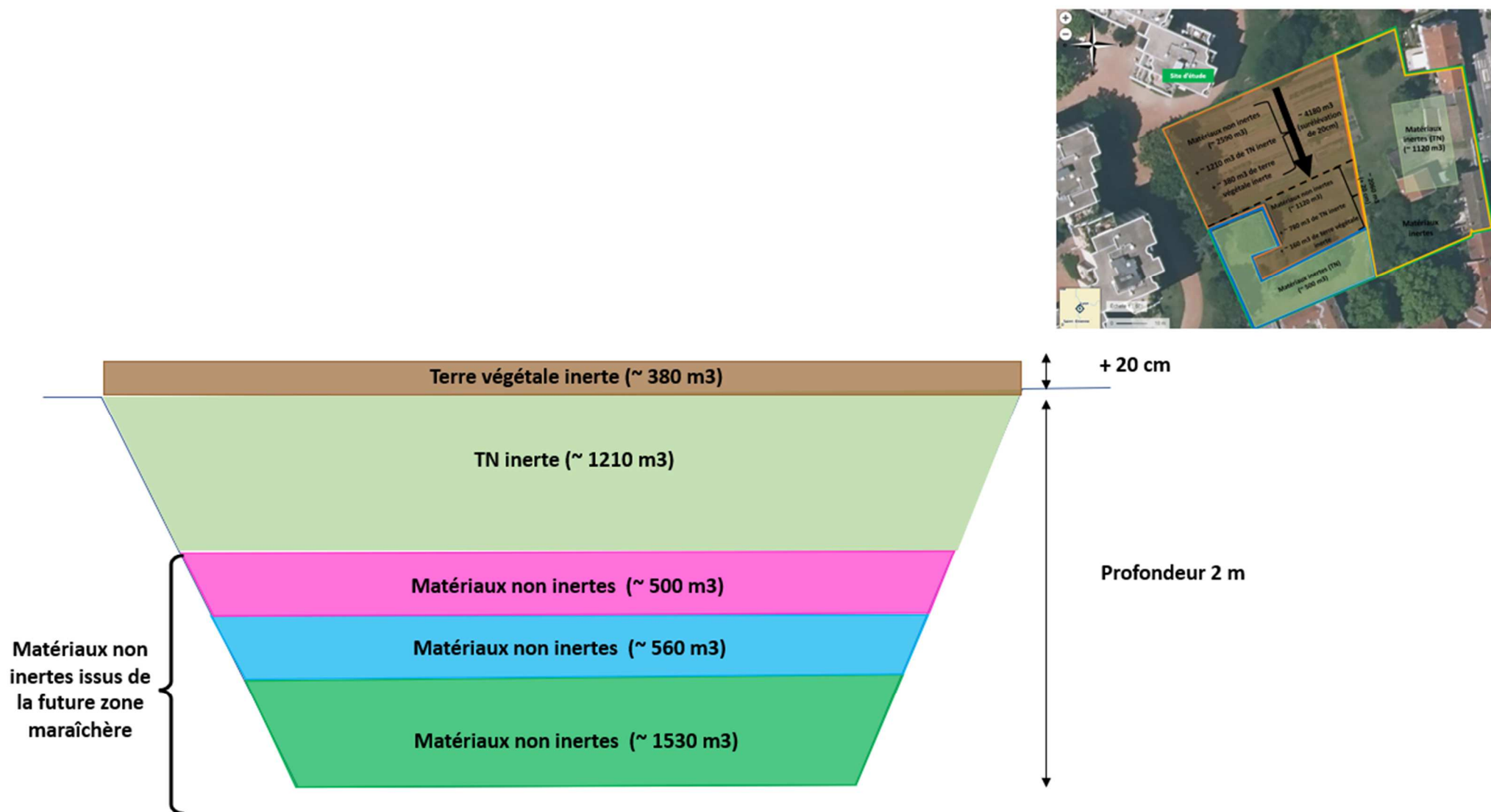


Figure 26 : Coupe transversale de la zone d'emprunt (1/2)

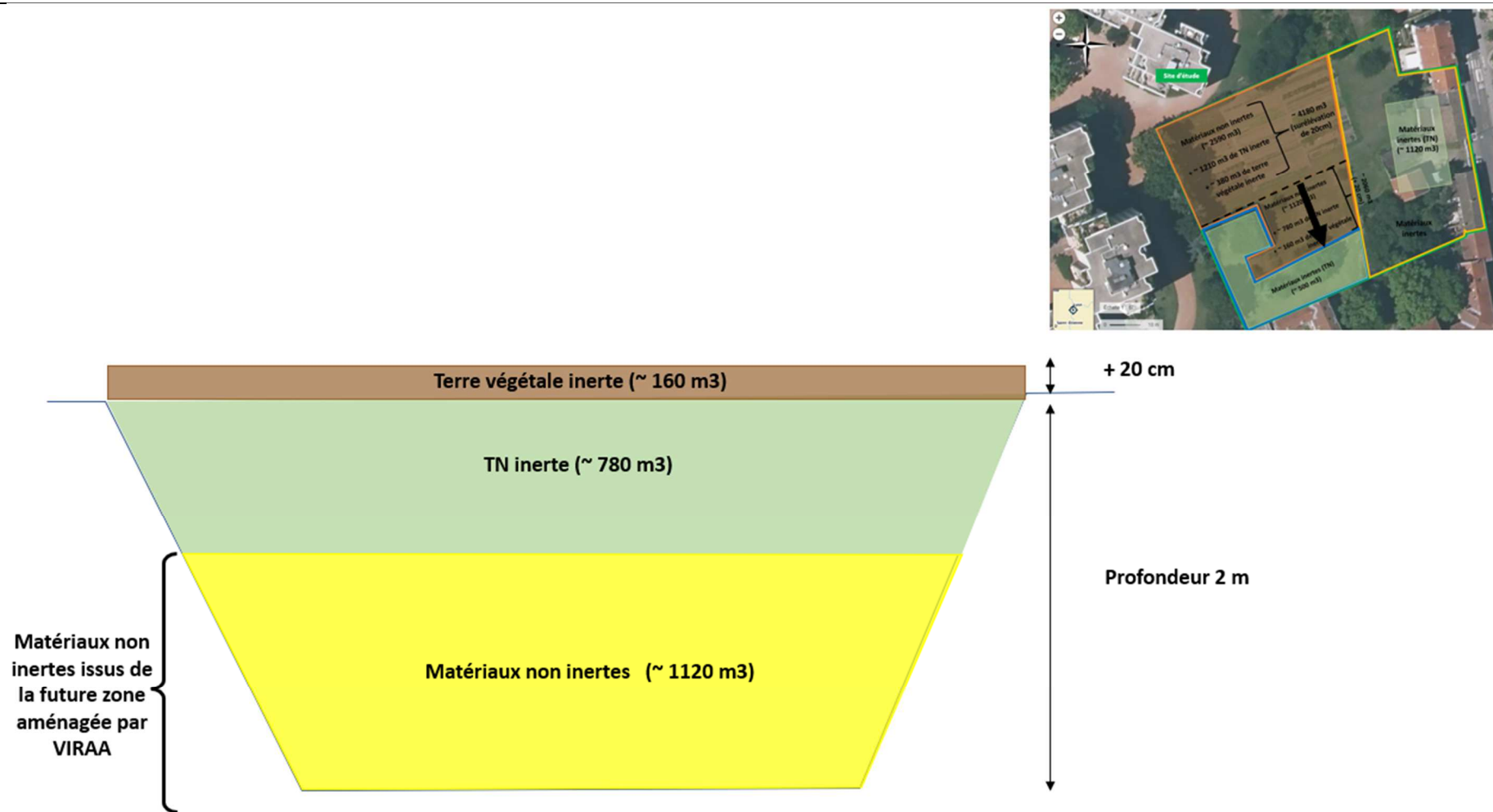


Figure 27 : Coupe transversale de la zone d'emprunt (2/2)

Le volume de matériaux à gérer hors site à la fin de la réalisation de la zone d'emprunt est de 1 120 m³ de matériaux inertes. L'ensemble de ces matériaux peut être utilisé lors du terrassement en remblaiement contre-voile (1470 m³ environ).

En complément de la gestion des matériaux, des grillages avertisseurs pour une surface totale d'environ 3 160 m² et une couche d'au moins 40 cm de terres inertes seront à mettre en place.

3. Montants des différents scénarios

Scénario 1 : Prise en charge de l'ensemble des impacts et déblais non inertes (selon projet) pour envoi en filière.

Tableau 8 : Coût du scénario 1

1) Envoie des terres identifiées en centre de traitement (transport compris)			
Filières	Coût / m3 (€)	Volume (m3)	Coût total (€)
Valorisation	83,00 €	3 045	252 735,00 €
Cimenterie	105,00 €	577	60 585,00 €
Total (1)			313 320,00 €
2) Terrassements et gestion			
Coût / Jour	Nb jours	Coût total (€)	
1 500 € HT (matériel)	22	48 400 € HT	
700 € HT (Conduite Travaux et analyses)			
Mise en œuvre de la terre végétale	540 m³	18 900 € HT	
Total (2)		67 300 € HT	
Total (1) + Total (2) + Aléas (15%)		437 713,00 €	
3) Honoraires MO			
%	Coût total	Coût total (€)	
6,00%	437 713.00 €	26 262.80 €	
Total (2)		26 262,80 €	
Coût global		463 975.80 €	

Scénario 2 : Réutilisation sur site en confinement des matériaux acceptables en cimenterie (577 m³) avec remblaiement contre-voile.

Tableau 9 : Coût du scénario 2

1) Envoi des terres identifiées en centre de traitement (transport compris)			
Filières	Coût / m3 (€)	Volume (m3)	Coût total (€)
Valorisation des matériaux	83,00 €	3 045	252 735,00 €
Total (1)			252 735,00 €
2) Gestion des terres inertes complémentaires (hors projet d'aménagement)			
Filières	Coût / m3 (€)	Volume (m3)	Coût total (€)
ISDI	18,00 €	577	10 390,00 €
Mise en œuvre de la terre végétale	35,00 €	540	18 900,00 €
Total (2)			29 290,00 €
3) Terrassements et gestion			
Coût / Jour	Nb jours	Coût total (€)	
1 500 € HT (matériel)	22	48 400 € HT	
Total (4)		48 400,00 €	
4) Apport d'un grillage avertisseur			
Coût / m2	m2	Coût total (€)	
1,50 €	460	690,00 €	
Total (4)		690,00 €	
Total (1) + (2) + (3) + Aléas (20%)		397 338,00 €	
5) Honoraires MO			
%	Coût total	Coût total (€)	
6,00%	397 338,00 €	23 840,00 €	
Total (4)		23 840,00 €	
Coût global		421 178,00 €	

Scénario 3 : Réalisation d'une zone d'emprunt
Tableau 10 : Coût du scénario 3

1) Envoie des terres identifiées en centre de traitement (transport compris)			
Filières	Coût / m3 (€)	Volume (m3)	Coût total (€)
Valorisation des matériaux	83,00 €	0	0,00 €
Cimenterie	105,00 €	0	0,00 €
Total (1)			0,00 €
2) Gestion des terres inertes complémentaires (hors projet d'aménagement)			
Filières	Coût / m3(€)	Volume (m3)	Coût total (€)
ISDI	18,00 €	0	0,00 €
Mise en place de la terre végétale	35.00 €	540	18 900.00 €
Total (2)			18 900,00 €
3) Terrassements complémentaires avec suivi journalier			
Coût / Jour	Nb jour	Coût total (€)	
2 200,00 €	40	88 000,00 €	
Total (3)		88 000,00 €	
4) Apport d'un grillage avertisseur			
Coût / m²		Unité	Coût total (€)
1,50 €		3 160	4 740,00 €
Total (4)		4 740,00 €	
Total (1) + (2) + (3) + Aléas (20%)		133 968,00 €	
5) Etudes complémentaires et MO			
Montant / %	Coût total	Coût total (€)	
22 000 € HT	22 000 € HT	22 000 € HT	
6,00%	133 968,00 €	8 038,00 €	
Total (5)		30 038,00 €	
Coût global		164 006,00 €	

Nota-Bene : Environ 200 tonnes par jours.

4. Bilan coûts / avantages

4.1. Identification des critères de comparaison pertinents du BCA

Dans le cadre du bilan coûts / avantages, des critères ont été retenus afin de comparer les scénarios entre eux. Ces critères prennent en compte à la fois l'aspect, technique, environnemental et financier des travaux à engager dans le cadre des scénarios étudiés. Le détail des critères retenus est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : Critères retenus pour l'étude des options de gestion du BCA

Critères spécifiques à l'opération		Caractéristiques/hypothèses spécifiques à l'opération	Notation
Critères techniques	Faisabilité	Quelles sont les contraintes techniques en phase travaux de la mise en œuvre de l'option de gestion ? Quelles sont les incidences sur le projet d'aménagement ?	/ 2
	Gestion des incertitudes	Quelles sont les incertitudes liées à l'option de gestion, notamment vis-à-vis de la pérennité du système mis en place et des risques sanitaires ?	/ 2
	Délai de mise en œuvre	L'option de gestion induit-elle un délai spécifique de mise en œuvre ?	/ 2
Critères environnementaux	Bilan carbone	La mise en œuvre de l'option de gestion induit-elle l'émission de gaz à effet de serre (GES) ?	/ 2
	Déchets	L'option de gestion induit-elle une production de déchets ?	/ 2
	Contraintes résiduelles	Quelle sont les contraintes résiduelles associées à la mesure de gestion retenue	/ 2
Critères économiques	Coûts	Quel est le coût associé à l'option de gestion ?	/ 2

4.2. Présentation des différentes solutions

Tableau 12 : Bilan Coûts / Avantages

Critères		Scénario 1 : Prise en charge de l'ensemble des impacts et déblais non inertes (selon projet) pour envoi en filière	Scénario 2 : Réutilisation sur site en confinement des matériaux acceptables en cimenterie (575 m3) avec remblaiement contre-voile	Scénario 3 : Réalisation d'une zone d'emprunt	
		Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Critère technique	Faisabilité	Technicité simple de l'intervention (chargement des camions -> évacuation hors site -> prise en charge des matériaux par cette filière -> remblaiement des fouilles)	-	Réutilisation d'une partie des terres sur le site	Technicité de la méthode Demande de la place Faisabilité de la technique - Demande des études complémentaires sur les caractéristiques géotechniques des matériaux à remblayer
	Gestion des incertitudes	-	-	-	Garantir le devoir de mémoire des matériaux remblayés dans le temps associé à la présence de contaminations résiduelles au droit du site (Localisation de la zone de confinement, épaisseur de la couverture, installation d'un filet avertisseur...)
	Délai de mise en œuvre	Durée de chantier sur site inférieure à 2 mois	-	Durée de chantier sur site inférieure à 2 mois	-
	Notation /6	5		3,5	
Critères environnementaux	Bilan carbone	-	Bilan carbone défavorable lié au transport hors site des matériaux (6 678 Tonnes) -> 268 camions (25 Tonnes)	-	Bilan carbone défavorable lié au transport hors site des matériaux (5 643 Tonnes) -> 226 camions
	Déchets	-	Production de déchets liée à l'évacuation hors site de matériaux (6 678 Tonnes)	Production d'une grande partie de déchets inertes (réutilisables) -> (1 035 Tonnes)	Production de déchets liée à l'évacuation hors site de matériaux (3 135 Tonnes)
	Contraintes résiduelles	Pas de contrainte résiduelle	-	Gestion contrôlée de la pollution résiduelle par confinement	-
	Notation /6	1,5		1	
Critère économique	Coûts	-	Coûts des travaux estimés dans le cadre du scénario 1 : environ 437 000 € HT Ces coûts sont associés aux opérations d'évacuation hors site des matériaux contaminés (transport compris), Maitrise d'Ouvrage	-	Coûts des travaux estimés dans le cadre du scénario 2 : environ 400 000 € HT Ces coûts sont associés aux opérations d'évacuation hors site des matériaux contaminés (transport compris), gestion des terres inertes complémentaires et terrassements complémentaires des espaces verts, mise en place du confinement, mise en place d'un grillage avertisseur et Maitrise d'Ouvrage
	Notation /2	0		0,5	
Note finale /14		6,50		5,00	
Note finale /10		4,64		3,57	

5. Conclusion

Dans le cadre du projet de construction au 44 - 48 rue du Professeur Roux à Vénissieux (69), VIRAA est propriétaire du terrain et dans le cadre de son projet d'aménagement prévoit une rétrocession d'une partie du terrain pour une exploitation de cultures maraichères partagées et la construction de deux bâtiments de R+3 & attique avec un niveau de sous-sol commun et des espaces verts extérieurs.

Deux diagnostics environnementaux ont été réalisés, un par BURGEAP et un par Gone Environnement respectivement le 27 janvier et le 1^{er} juillet 2022, les résultats de ces investigations ont montré les impacts suivants :

Pour les sols :

Impact selon l'Arrêté du 12/12/2014 :

- Gone Environnement :
 - Une anomalie en COT sur brut au droit de GO3-a qui se situe entre 0 et 0.5m de profondeur et correspond à la terre végétale. Cependant, cette teneur en COT ne surclasse pas ce matériau puisqu'aucun dépassement de seuil n'est observé sur éluât. Les matériaux correspondants peuvent être considérés comme des déchets ISDI.
 - En Arsenic (As) sur éluât :
 - Au droit de Z2-cemp entre 1.2 -3.4m de profondeur sur l'horizon c de la terre naturelle (TN) à une concentration de 0.52 mg/kg en MS ;
 - Au droit de GO7-b entre 1 et 1.7 m de profondeur sur l'horizon b du sable limoneux à une concentration de 0.54 mg/kg en MS.
 - En Antimoine (Sb) sur éluât :
 - Au droit de GO7-b entre 1 et 1.7 m de profondeur sur l'horizon b du sable limoneux à une concentration de 0.07 mg/kg en MS.

Impact en métaux sur Brut :

- **En Cu :**
 - BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 234 ; 264 ; 276 et 257 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 297 ; 264 ; 286 et 347 mg/kg.
 - Gone Environnement :
 - Au droit de Z2, Z3 et Z7 entre 0 et 0.7 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 410,160 et 170 mg/kg en MS ;
 - Au droit de Z7 entre 0.7 et 1.1 m de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à une concentration de 390 mg/kg en MS.
- **En Hg :**
 - BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 2,89 ; 3,46 ; 3,59 et 4,24 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 3,94 ; 3,92 ; 6,23 et 6,6 mg/kg.
 - Gone Environnement :
 - Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7 et GO3-a entre 0 et 0.9 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 1,9 ; 1,9 ; 4 ; 2,6 ; 3,9 ; 1,7 ; 4,2 et 1,6 mg/kg en MS ;
 - Au droit de Z1, Z3 et Z7 entre 0.7 et 1.1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à des concentrations respectives de 1,6 ; 1,8 et 12 mg/kg.

- En Pb :

- BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 486, 474, 483 et 498 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 571, 475, 509 et 562 mg/kg.
- Gone Environnement :
 - Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7 et GO3-a entre 0 et 0.9 m de profondeur de l'horizon (a) de la terre végétale à des concentrations respectives de 290 ; 2600 ; 370 ; 340 ; 390 ; 240 ; 500 et 210 mg/kg en MS ;
 - Au droit de Z1, Z3, et Z7 entre 0.7 et 1.1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux et graveleux à des concentrations respectives de 180 ; 210 ; 390 mg/kg en MS.

- En As :

- BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 73 ; 71,3 ; 68,2 et 71,1 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 157 ; 97,5 ; 87,3 et 90,5 mg/kg.
- Gone Environnement :
 - Au droit de Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, et Z7 entre 0 et 0.9 m de profondeur, au niveau de l'horizon (a) à des concentrations respectives de 64 ; 55 ; 57 ; 52 ; 57 ; 48 ; 55 et 46 mg/kg en MS ;
 - Au droit de Z1, Z3, et Z7 entre 0.7 et 1.1 m de profondeur de l'horizon (b) au niveau du sable marrons rouge limoneux- graveleux à des concentrations respectives de 46 ; 47 et 51 mg/kg en MS.

- En Zn :

- BURGEAP :
 - Au droit de S1, S4, S5 et S6 entre 0 et 0,1 m de profondeur (terre végétale) à des concentrations respectives de 410 ; 411 ; 485 et 435 mg/kg ;
 - Au droit de S2, S3, S4 et S5 entre 0,1 et 0,5 m de profondeur (remblais) à des concentrations respectives de 476 ; 406 ; 361 et 397 mg/kg.
- Gone Environnement :
 - Au droit de Z7 entre 0 et 0,7 m de profondeur au niveau de l'horizon (a) à une concentration de 320 mg/kg en MS

Les résultats d'analyses du diagnostic complémentaire réalisé par Gone Environnement ont mis en évidence une pollution en métaux lourds sur l'ensemble du site au droit de l'horizon a (terre végétale). Cette pollution diminue en profondeur au niveau de l'horizon b et des remblais de sable limoneux rouge et devient localisée au droit des mailles Z7 et S3 et dans une moindre mesure sur Z1 et Z3.

C'est dans ce contexte que VIRAA demande à Gone Environnement, la réalisation d'une mission A330.

Le présent document présente les scénarios de réhabilitation. Les options de gestion sont :

Scénario 1 : Prise en charge de l'ensemble des impacts et déblais non inertes (selon projet) pour envoi en filière pour un coût d'environ **464 000 € HT**.

Scénario 2 : Réutilisation sur site en confinement des matériaux acceptables en cimenterie (577 m³) avec remblaiement contre voile pour un coût d'environ **397 000 € HT**.

Scénario 3 : Réalisation d'une zone d'emprunt pour un coût d'environ **164 000 € HT**.

Le bilan coûts / avantages réalisé a permis de mettre en évidence que le scénario 3 (Réalisation d'une zone d'emprunt) présente le meilleur équilibre technique, économique et environnemental malgré les incertitudes techniques et les délais plus importants de ce scénario.

En répartition de volumes par aménagements, nous pouvons sortir par projet, les éléments suivants :

Tableau 13 : Répartition des montants par projet et Quotas CO2 par scénario

Projet	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Aménagement Vinci	143 480,00 € HT	122 760,00 € HT	50 712,00 € HT
Projet de cultures maraichères partagés	320 520,00 € HT	274 240,00 € HT	113 288,00 € HT
Total	464 000 € HT	397 000 € HT	164 000 € HT
Production CO ₂ par scénario	25.0 tonnes	14.3 tonnes	6 tonnes

OBSERVATIONS

- *Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de Gone Env't ne saurait engager la responsabilité de celui-ci.*
- *Les conclusions du présent rapport sont limitées à l'analyse des seules informations qui ont pu être recueillies auprès de l'Administration ou du Client et de la reconnaissance ponctuelle des sols.*
- *La responsabilité de Gone Env't ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.*
- *Gone Env't ne saurait être rendu responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où il aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.*
- *Gone Env't ne peut être tenu responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences engendrées par le non-respect et ou l'interprétation erronée de ses recommandations.*